



TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMBUATAN METHYL ESTER MENGGUNAKAN
METODE ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI
SEBAGAI *ANTI*FOAM AGENT**

OLIVIA SYIFA FAUZIA
NRP. 2314 030 054

FATINA FAHMA NOFA
NRP. 2314 030 056

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Subyakto, MS.

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
Departement Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMBUATAN METHYL ESTER MENGGUNAKAN
METODE ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI
SEBAGAI *ANTIFOAM AGENT***

OLIVIA SYIFA FAUZIA
NRP. 2314 030 054

FATINA FAHMA NOFA
NRP. 2314 030 056

Dosen Pembimbing
Ir. Agung Subyakto, MS.

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
Departement Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TK145501

**PRODUCTION OF METHYL ESTER USING
ESTERIFICATION AND TRANSESTERIFICATION
AS ANTIFOAM AGENT**

OLIVIA SYIFA FAUZIA
NRP. 2314 030 054

FATINA FAHMA NOFA
NRP. 2314 030 056

Supervisor
Ir. Agung Subyakto, MS.

STUDY PROGRAM OF DIII CHEMICAL ENGINEERING
Industrial Chemical Engineering Department
Faculty of Vocations
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL : PEMBUATAN METHYL ESTER MENGGUNAKAN METODE ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI SEBAGAI ANTIFOAM AGENT

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

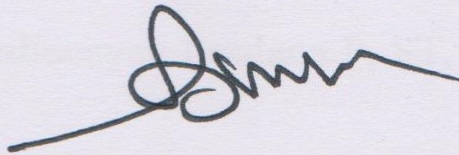
Olivia Syifa Fauzia
Fatina Fahma Nofa

(NRP 2314 030 054)

(NRP 2314 030 056)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 28 JULI 2017

LEMBAR REVISI

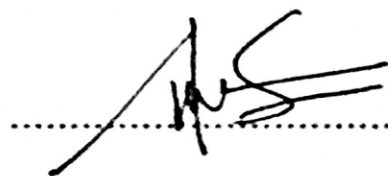
Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 11 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul **“Pembuatan Methyl Ester Menggunakan Metode Esterifikasi Dan Transesterifikasi Sebagai Antifoam Agent”**, yang disusun oleh :

Olivia Syifa Fauzia
Fatina Fahma Nofa

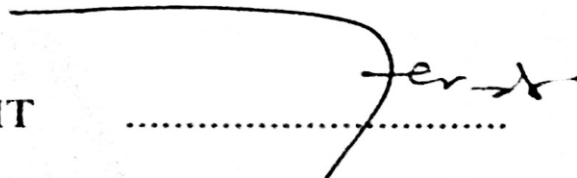
(NRP 2314 030 054)
(NRP 2314 030 056)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Agus Surono, M.T

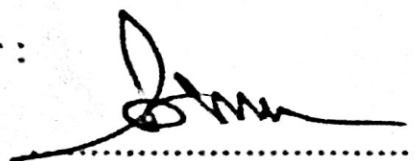


2. Achmad Ferdiansyah Pradana P, ST, MT



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Agung Subyakto, M.S.



SURABAYA, 27 JULI 2017

PEMBUATAN METHYL ESTER MENGGUNAKAN METODE ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI SEBAGAI ANTIFOAM AGENT

Nama Mahasiswa	: 1. Olivia Syifa Fauzia	2314 030 054
	2. Fatina Fahma Nofa	2314 030 056
Program Studi	: DIII Teknik Kimia FTI-ITS	
Dosen Pembimbing	: Ir. Agung Subyakto, MS.	

ABSTRAK

Terjadinya foaming tidak dapat dihindarkan dalam proses di industri, foaming dapat mengakibatkan hilangnya solven. Hal inilah yang menjadi kebanyakan kendala dalam dunia industri untuk menghilangkan foam yang terbentuk pada saat proses berlangsung, sehingga pada proses ini membutuhkan antifoam sebagai zat tambah untuk mengurangi kendala yang sering terjadi di dunia industri.

Tujuan percobaan dari percobaan pembuatan antifoam dari minyak jarak dengan memanfaatkan methyl ester menggunakan proses transesterifikasi adalah untuk mengetahui minyak jarak dan FAME dapat digunakan sebagai antifoam, untuk mengetahui waktu penurunan busa setelah diinjeksikan minyak jarak dan FAME dan untuk mengetahui pemberian dosis antifoam yang dibutuhkan.

Tahap awal pembuatan methyl ester pertama dilakukan tahap persiapan yaitu de- watering minyak jarak pagar, uji kandungan FFA pada minyak jarak pagar, netralisasi minyak jarak pagar dan pembuatan sodium methoksida yang akan digunakan sebagai katalis yang akan digunakan pada proses transesterifikasi. Kemudian dilanjutkan ke tahap pembuatan methyl ester dengan metode transesterifikasi, hasil transesterifikasi perlu dilakukan pemurnian untuk mendapatkan methyl ester murni. Tahap akhir pada percobaan ini adalah defoaming test untuk mengetahui kerja antifoam agent.

Dari hasil percobaan yang kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis yang ditambahkan maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan foam. Dosis optimum yang ditambahkan pada foam adalah 70 ppm. Methyl ester termasuk

dalam golongan zat-zat antifoam agent yaitu golongan asam lemak dan asam lemak ester dimana dosis asam lemak dan asam lemak ester berpengaruh terhadap inhibisi pada busa.

Kata Kunci : Minyak Jarak Pagar, Transesterifikasi, Methyl Ester, Antifoam.

PRODUCTION OF METHYL ESTER USING ESTERIFICATION AND TRANSESTERIFICATION AS ANTIFOAM AGENT

Name of Student : 1. Olivia Syifa Fauzia 2314 030 054
2. Fatina Fahma Nofa 2314 030 056
Study Program : DIII Teknik Kimia FTI-ITS
Supervisor : Ir. Agung Subyakto, MS.

ABSTRAK

The occurrence of foaming can not be avoided in the process in the industry, foaming can lead to loss of solvents. This is what becomes the most obstacles in the industrial world to eliminate the foam formed during the process, So in this process requires antifoam as an added substance to reduce the constraints that often occur in the industrial world.

The experimental purpose of the antifoam manufacture experiment from castor oil by utilizing methyl ester using transesterification process is to know the castor oil and FAME can be used as antifoam, to determine the time of foam reduction after injection of castor oil and FAME and to determine the dose of antifoam required.

The first stage of the first methyl ester preparation was made preparation stage ie de-watering jatropha oil, FFA content test on Jatropha oil, Neutralization of Jatropha oil and the manufacture of sodium methoxide to be used as a catalyst to be used in the transesterification process. Then proceed to the step of making methyl ester by transesterification method, transesterification result needs to be purified to get pure methyl ester. The final stage of this experiment is a defoaming test to find out the antifoam agent work.

From the results of our experiments, it can be concluded that the greater the dose added the faster the time it takes to lower the foam. The optimum dose added to the foam is 70 ppm. Methyl ester belongs to the class of antifoam agent agents, ie, fatty acid and ester fatty acid groups wherein the dosage of fatty acid and ester fatty acid affects the inhibition of the foam.

Keywords: Jatropha Oil, Transesterification, Methyl Ester, Antifoam.

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Tujuan Percobaan.....	2
I.5 Manfaat Produk.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Minyak Jarak.....	3
II.2. Methyl Ester.....	6
II.3 Transesterifikasi	6
II.4 <i>Antifoam</i>	8
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN	
III.1. Bahan yang Digunakan.....	9
III.2. Peralatan yang Digunakan.....	9
III.3. Variabel yang Digunakan.....	10
III.4 Prosedur Pembuatan Methyl Ester	10
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Hasil Percobaan	11
IV.2 Pembahasan	13
BAB V NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
V.1 Neraca Massa	14
V.2 Neraca Panas	19
BAB VI ANALISA BIAYA	
VI.1 Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>)	20
VI.2 Biaya Variable (<i>Variabel Cost</i>)	20
VI.3 Analisa Kelayakan	20
BAB VII ANALISA EKONOMI	
VII.1 Estimasi Biaya.....	20
VII.2 Total Cost	21
VII.3 Harga Penjualan.....	23
VII.4 <i>Break Event Point</i>	24
BAB VIII KESIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN :	
- Appendiks A	- Blok diagram
- Appendiks B	- Flowchart Proses
- Appendiks C	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Tanaman Jarak Pagar	1
Gambar II.2	Reaksi Transesterifikasi	7
Gambar II.3	Reaksi Esterifikasi dari Minyak Jarak.....	7
Gambar IV.1	Grafik Hubungan Antara Dosis Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon	13
Gambar IV.2	Grafik Hubungan Antara Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon	14
Gambar IV.3	Grafik Hubungan Antara Dosis Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Penurunan Tinggi Foam (Δh) pada Teksafon.....	15
Gambar IV.4	Grafik Hubungan Antara Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak Dengan Penurunan Tinggi Foam (Δh) pada Teksafon.....	16

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Komposisi Biji Minyak Jarak Pagar	4
Tabel II.2	Sifat Fisik-Kimia Minyak Jarak Pagar	5
Tabel II.3	Komposisi <i>Antifoaming Agent</i>	9
Tabel IV.1	Hasil Uji Kandungan FFA Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>)	11
Tabel IV.2	Hasil Reaksi Transesterifikasi	11
Tabel IV.3	Hasil Analisa Defoaming Test Antifoam Agent Merk “Struktol”	11
Tabel IV.4	Hasil Analisa Defoaming Test Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>)	12
Tabel IV.5	Hasil Analisa Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jelantah	12
Tabel IV.6	Hasil Analisa Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>)	13

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. (1990). *Physical Chemistry of Surfaces*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Artafia, L. D. (1994). *Polyurethane Flexible Foam Formation Low Density Cellular Plastics*. London: Chapman & Hall.
- Duke, Atchley, A.A., (1986). *CRC Handbook of Proximate analysis Tables of Higher Plant*. CIC Press, Inc Boca Company.
- Farn, R. J. (2006). *Chemistry and Technology of Surfactants*. New Delhi: Blackwell Publishing.
- Heyne, K., (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Terjemahan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan. Vol 3. Jakarta.
- Ketaren, S. (1986). *Minyak Dan Lemak Pangan*. Jakarta: Pengantar Teknologi.
- Padua LS, Bunjaprahatsara N, Lemmens RHMJ, (1999). *Plant Resources of South- East Asia. Medicinal and Poisonous Plants*. Bogor : Prosea.
- Prana, M. S. (2006). *Budidaya Jarak Pagar Sember Biodiesel*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Press.
- Susilo, B. (2006). *Biodiesel*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Vossen, V. D. (1999). *Plant Resources of South East Asia No.14 . Vegetable Oil and Fats*, 229.
- Widyawati, Y. (2007). *Desain Proses Dua Tahap Esterifikasi- Transesterifikasi (Estrans) Pada Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.)*. Scientific Repository IPB.
- Wijayanti, F. E. (2008). *Pemanfaatan Minyak Jelantah . Repositori FMIPA UI*, 1-3.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Menurut Louis D. Artafia dan Cristopher W. M. foaming adalah melarutnya fase gas ke dalam fase padat atau cairan. Di Industri foaming terjadi pada saat proses agitasi yang menyebabkan fasa gas masuk ke fase liquid. Selain itu foaming terjadi karena adanya tegangan cairan. Foaming tidak akan menjadi masalah yang besar apabila segera dipecahkan. Terjadinya foaming tidak dapat dihindarkan dalam proses di Industri, foaming dapat mengakibatkan hilangnya solven. Hal inilah yang menjadi kebanyakan kendala dalam dunia Industri untuk menghilangkan foam yang terbentuk pada saat proses berlangsung. Sehingga pada proses ini membutuhkan antifoam sebagai zat tambah untuk mengurangi kendala yang sering terjadi di Dunia Industri.

Menurut Artafia (1994), antifoam bekerja sebagai penyetabil tegangan yang terjadi pada permukaan cairan dengan cara menyapu permukaan dan mengeringkan dinding-dinding gelembung. Yang berperan menjadi zat penurun tegangan permukaan dalam hal ini adalah metyl ester, methyl ester pada umumnya terkandung di dalam minyak nabati. Dalam rancangan percobaan yang akan kami laksanakan adalah pembuatan methyl ester yang berbahan dasar dari minyak yang dihasilkan oleh biji tanama jarak pagar (*Jatropha Curcas L.*) dengan pembanding methyl ester berbahan dasar minyak jelantah, minyak jarak pagar tanpa proses transesterifikasi dan antifoam merk Struktol.

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari asam lemak dan gliserol. Menurut Vossen (1999), Minyak jarak mempunyai kandungan asam lemak yang beraneka macam. Asam lemak yang terkandung dalam minyak jarak antara lain: asam laurat sejumlah 0,061%; asam miristat 0,112%; asam palmitat 16,867%; asam stearate 0,132%; asam oleat 47,929%; asam linoleat 34,419%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa asam linoleat dan asam oleat merupakan penyusun asam



lemak tertinggi di minyak jarak. Hal ini menunjukkan bahwa asam linoleat dan asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh. Sedangkan menurut Mahreni (2010), minyak jelantah mempunyai kandungan asam lemak antara lain: asam laurat sejumlah 9,95%; asam miristat 0,19%; asam palmitat 8,9%; asam stearate 3,82%; asam oleat 30,71%; asam linoleat 54,35%.

Untuk mengubah asam linoleat dan asam oleat dalam bentuk ester, maka perlu dilakukan proses transesterifikasi dengan bantuan alkohol rantai pendek seperti methanol atau ethanol dan katalis NaOH atau KOH yang kemudian menghasilkan Methyl Ester (*Susilo, 2006*).

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah percobaan dari pembuatan antifoam dari minyak jarak dengan memanfaatkan *Methyl Ester* menggunakan proses transesterifikasi adalah :

1. Bagaimana cara untuk mengetahui *Methyl Ester* dapat digunakan sebagai antifoam pada teksafon?
2. Bagaimana cara untuk mengetahui waktu penurunan busa setelah diinjeksikan *Methyl Ester* ?
3. Bagaimana cara untuk mengetahui dosis optimum antifoam yang dibutuhkan pada teksafon?
4. Bagaimana cara untuk mengetahui perbandingan methyl ester dari minyak jarak, methyl ester dari minyak jelantah, minyak jarak dan antifoam agent merk “Struktol” sebagai antifoam yang tepat?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah percobaan dari pembuatan antifoam dari minyak jarak dengan memanfaatkan *Methyl Ester* menggunakan proses transesterifikasi adalah :

1. Pemanfaatan *Methyl Ester* dari minyak jarak sebagai antifoam pada teksafon.



2. Mengetahui waktu penurunan busa setelah diinjeksi dengan minyak jarak
3. Mengetahui dosis optimum antifoam yang dibutuhkan pada teksafon
4. Mengetahui perbandingan methyl ester dari minyak jarak, methyl ester dari minyak jelantah, minyak jarak dan antifoam agent merk “Struktol” sebagai antifoam yang tepat.

I.4 Tujuan Percobaan

Tujuan percobaan dari pembuatan antifoam dari minyak jarak dengan memanfaatkan Methyl Ester menggunakan proses transesterifikasi adalah :

1. Untuk mengetahui *Methyl Ester* dapat digunakan sebagai antifoam.
2. Untuk mengetahui waktu penurunan busa setelah diinjeksikan *Methyl Ester*.
3. Untuk mengetahui dosis antifoam yang dibutuhkan pada teksafon.
4. Untuk mengetahui perbandingan methyl ester dari minyak jarak, methyl ester dari minyak jelantah, minyak jarak dan antifoam agent merk Struktol sebagai antifoam yang tepat.

I.5 Manfaat Produk

Manfaat percobaan dari pembuatan antifoam dari minyak jarak dengan memanfaatkan Methyl Ester menggunakan proses transesterifikasi adalah :

1. Sebagai alternatif antifoam untuk industri
 2. Mendapatkan *methyl ester* dari minyak jarak, serta menghasilkan yield dan kualitas yang optimum sebagai bahan baku utama pembuatan antifoam untuk industri gula.
 3. Data hasil penelitian ini akan berguna dalam pengembangan metode transesterifikasi untuk bahan-bahan yang lain.
-



4. Data hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi atau rujukan dalam produksi antifoam untuk nira dan tetes tebu dengan memanfaatkan *methyl ester* dari minyak jarak dalam skala industri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Minyak Jarak

Jarak pagar dalam dunia ilmiah disebut *Jatropha curas L.* merupakan jenis tanaman yang sangat tidak asing bagi masyarakat Indonesia. Jarak pagar adalah salah satu jenis tanaman yang mampu bertahan hidup subur dan terlihat hijau sepanjang tahun. Biasanya jarak pagar ditanam sebagai tanaman hias atau tanaman pagar yang serbaguna, meskipun manfaatnya yang paling menonjol adalah sebagai obat (*Prana, 2006*).

Tanaman jarak pagar relatif tahan kekeringan, dapat beradaptasi secara luas mulai 7-1.600 m dari permukaan laut (terbaik < 500 m dpl), suhu 11–38⁰C, curah hujan 300 – 2.380 mm (terbaik 800 – 1.300 mm) per tahun. Jarak pagar dapat tumbuh pada semua jenis tanah, bahkan pada lahan-lahan marginal yang miskin hara atau lahan kritis, menghendaki *drainase* atau aerasi tanah yang baik (*Padua et al., 1999*).



Gambar II.1 Tanaman Jarak Pagar



Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas. L*) sejak lama dikenal sebagai tanaman konservasi. Tanaman tersebut sangat cepat tumbuh dan struktur akarnya mampu menahan erosi, apabila ditanam dengan jarak yang sangat rapat (0,25–0,30 meter). Apabila ditanam dengan jarak tanam lebih lebar yaitu 2 x 3 meter dapat digunakan untuk produksi biji. Pada jarak yang lebih lebar lagi (4x5 meter), akan dihasilkan pohon dengan kayu yang baik untuk pembuatan pulp dan papan serat. Tanaman tersebut terutama memberikan nilai ekonomis, karena bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Heyne, 1987).

Seluruh bagian tanaman dari tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan; kayu dan dahan untuk bahan bakar, tempurung biji untuk arang aktif, getah dan daun untuk biopestisida, kayu tua untuk pulp kertas, papan serat, serat kulit buah untuk kompos (Sudradjat, 2003).

Biji jarak pagar mengandung berbagai senyawa kimia seperti sukrosa, rafinosa, stakiosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, protein, minyak (50 - 60 %), asam oleat dan linoleat dalam jumlah besar (Duke dan Atchley, 1986).

Menurut Widyawati (2007), Biji jarak pagar terdiri dari 58 - 65 persen daging biji yang banyak mengandung minyak dan 35 - 42 persen tempurung biji yang banyak mengandung karbon. Kandungan minyak dalam biji adalah 35 - 40 persen dan dalam kernel 50 - 60 persen. Minyak mengandung 21 persen asam lemak jenuh dan 79 persen asam lemak tidak jenuh. Komposisi biji jarak pagar dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1. Komposisi Biji Jarak Pagar

Kandungan	Komponen (%)
Kadar air	6.20
Protein	18.00
Lemak	38.00
Karbohidrat	17.00
Serat	15.50
Abu	5.30



Minyak dan lemak merupakan campuran dari ester-ester asam lemak dan gliserol membentuk gliserida. Ester-ester tersebut disebut trigliserida. Minyak dan lemak yang diperoleh dari berbagai sumber mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda satu sama lainnya. Hal ini dikarenakan perbedaan jumlah dan jenis ester penyusunnya (Ketaren, 1986).

Minyak dan lemak tidak berbeda dalam bentuk umum trigliserida dan hanya berbeda dalam bentuk dan wujudnya. Trigliserida dapat berwujud padat dan cair, tergantung dari komposisi atau ester asam lemak yang menyusunnya. Berbentuk cair jika mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh seperti oleat, linoleat, linolenat yang mempunyai titik cair yang rendah dan berbentuk padat jika mengandung sejumlah asam lemak jenuh seperti asam palmitat dan stearat yang memiliki titik cair yang tinggi. Reaktivitas kimia dari trigliserida dicerminkan oleh reaktivitas ikatan ester dan derajat ketidakjenuhan dari rantai karbon (Ketaren, 1986).

Karakteristik minyak jarak pagar (*curcas oil*) meliputi rendemen minyak dari bobot daging buah, sifat fisiko kimia dan komposisi asam lemak. Rendemen minyak tergolong tinggi, asam lemak bebas didominasi oleh asam oleat (18 : 1), bilangan iod cukup tinggi menunjukkan minyak penyabunan cukup tinggi menunjukkan diperlukan metanol cukup besar untuk mengkonversi menjadi metil ester (Widyawati, 2006).

Minyak Jarak mempunyai rasa asam dan dapat dibedakan dengan trigliserida lainnya karena bobot jenis, kekentalan (*viscosity*) dan bilangan asetil serta kelarutannya dalam alkohol niainya relative tinggi. Minyak jarak larut dalam etil alkohol 95% pada suhu kamar serta pelarut organik yang polar dan sedikit larut dalam golongan hidrokarbon alifatik. Nilai kelarutan dalam petroleum eter relative rendah. Dan dapat dipakai untuk membedakannya dengan golongan trigliserida lainnya. Kandungan tokoferol relative kecil (0,05 %). Seta kandungan asam lemak esensial yang sangat rendah menyebabkan minyak jarak tersebut berbeda dengan minyak nabati lainnya (Ketaren, 1986).



Asam lemak yang dominan terdapat pada minyak jarak pagar adalah asam oleat dan linoleat yang merupakan asam lemak tidak jenuh. Asam oleat memiliki satu ikatan rangkap, sedangkan asam linoleat memiliki dua ikatan rangkap. Tingginya asam lemak tidak jenuh pada minyak jarak ini menyebabkan minyak jarak berbentuk cair pada suhu ruang. Asam oleat dan linoleat memiliki titik cair yang rendah, yaitu 14°C untuk oleat dan 11°C untuk asam linoleat. Minyak jarak larut dalam etil alkohol pada suhu kamar serta pelarut organik yang polar, dan sedikit larut dalam golongan hidrokarbon alifatik. Nilai kelarutan dalam petroleum eter relatif lebih rendah, dan dapat dipakai untuk membedakannya dengan golongan trigliserida lainnya (Ketaren, 1986).

Minyak jarak pagar mengandung racun (*ester forbol*) yang membuat minyak ini tidak dapat digunakan sebagai minyak makan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh minyak jarak pagar adalah dengan ekstraksi biji jarak pagar. Untuk menghambat kerja enzim yang dapat menghidrolisis minyak membentuk asam lemak bebas, maka sebelum diekstraksi biji jarak pagar dilakukan pemanasan terlebih dahulu. Pemanasan biji jarak pagar dilakukan dengan cara pengovenan atau pengukusan terlebih dahulu. Minyak jarak pagar hasil ekstraksi dianalisis sifat fisiko-kimianya, seperti kekentalan, kandungan asam lemak bebas, kadar air, komposisi asam lemak bebas, bilangan penyabunan dan bilangan iod. Hasil

analisis sifat fisiko-kimia minyak jarak pagar dapat dilihat pada **Tabel II.2**.

**Tabel II.2.** Sifat Fisik-Kimia Minyak Jarak Pagar

Parameter	Minyak Jarak Pagar	Metode
Sifat Fisik		
Warna	Kuning	
Massa Jenis (g/cm^3)	0,9157	ASTM D-1298
Flash Point ($^{\circ}\text{C}$)	270	ASTM D-92
Pour Point ($^{\circ}\text{C}$)	0	ASTM D-97
Viskositas Kinematik	34,17	ASTM D-445
Viskositas Kinematik	7,95	ASTM D-445
Viskositas Indeks	217	ASTM D-2270
Bilangan asam (mg)	8,81	ASTM D-974-97
Indeks bias 25 $^{\circ}\text{C}$	1,4655	ASTM D-
Bilangan penyabunan	96,7	
Kadar air (%)	0,07	ASTM D-4377
Bilangan Iod ($\text{g}/100\text{ g}$)	90,40	DIN 53241
Sifat Komposisi Kimia		
Asam Laurat	0,061	<i>Gas-Chromatography</i>
Asam Miristat	0,112	
Asam Palmitat	16,867	
Asam Stearat	0,132	
Asam Oleat	47,929	
Asam Linoleat	34,419	
Asam Linolenat	0,081	



II.2. Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan limbah sisa proses penggorengan dan bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik. Selama pemanasan, minyak mengalami 3 perubahan kimia yaitu terbentuknya peroksida dalam asam lemak tidak jenuh, peroksida terdekomposisi menjadi persenyawaan karbonil, dan terjadinya polimerisasi. Jika minyak dipanaskan secara berulang-ulang, maka proses destruksi minyak akan semakin cepat (Ketaren, 2005). Pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia dan menimbulkan penyakit kanker. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan. Minyak jelantah merupakan minyak nabati turunan dari minyak kelapa sawit (*palm oil*). Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit. Rata-rata komposisi asam lemak minyak inti kelapa sawit dapat dilihat pada **Tabel II.3** (Ketaren, 2005).

Tabel II.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Inti Kelapa Sawit

Jumlah Asam Lemak Jumlah	Komponen (%)
Asam Kaprilat	-
Asam Kaproat	-
Asam Miristat	1,1 – 2,5
Asam Palmitat	40 – 46
Asam Stearat	3,6 – 4,7
Asam Oleat	30 – 45
Asam Laurat	-
Asam Linoleat	7 – 11



Komposisi yang terdapat dalam minyak nabati terdiri dari trigliserida-trigliserida asam lemak (mempunyai kandungan terbanyak dalam minyak nabati, mencapai sekitar 95%-b), asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* atau biasa disingkat dengan FFA), mono- dan digliserida, serta beberapa komponen-komponen lain seperti *phosphoglycerides*, vitamin, mineral, atau sulfur. Bahan-bahan mentah pembuatan biodiesel adalah trigliserida dan asam lemak (Mittelbach, 2004).

Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat ialah dengan mengubahnya secara proses kimia menjadi biodiesel. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah ini dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya dengan perlakuan awal untuk menurunkan angka asam pada minyak jelantah.

Minyak nabati yang lazim digunakan dalam produksi biodiesel merupakan trigliserida yang mengandung asam oleat dan asam linoleat. Lemak yang lazim digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel merupakan trigliserida yang mengandung asam palmitat, asam stearat dan asam oleat. Minyak jelantah dari minyak kelapa sawit mengandung asam palmitat, asam linoleat dan asam stearat (Zappi, et al, 2003).

II.3. Metil Ester

Metil ester diturunkan dari minyak atau lemak alami seperti minyak nabati, lemak hewan, minyak jarak atau minyak goreng bekas yang dapat digunakan langsung atau dicampur dengan minyak diesel (Peeples, 1998)

Metil ester atau etil ester merupakan senyawa yang relatif stabil, berupa cairan pada suhu ruang (titik leleh 4-18 °C), tidak korosif, dan titik didihnya rendah. Metil ester lebih disukai dari pada etil ester untuk alasan ekonomi dan stabil secara pirolitik dalam proses distilasi fraksional (Herawan dan Sadi ; Sontag, 1982).

Metil ester merupakan ester asam lemak senyawa metil ester dapat digunakan sebagai zat tambahan pada suatu formulasi



kosmetika, salah satu contohnya yaitu *caprylic* atau *caprylic triglyceride* yang telah digunakan dalam formulasi kosmetika sebagai emolien. Oleh karena itu, tidak menutup kemungkinan bahwa senyawa metil ester lainnya juga dapat digunakan sebagai zat tambahan, baik sebagai emolien maupun fungsi lainnya (Wijayanti, 2008).

Metil ester yang dibuat melalui proses esterifikasi dari asam lemak dengan metanol. Pembuatan metil ester ada empat macam cara, yaitu pencampuran dan penggunaan langsung, mikroemulsi, pirolisis (*thermal cracking*), dan transesterifikasi. Namun, yang sering digunakan untuk pembuatan metil ester adalah transesterifikasi yang merupakan reaksi antara trigliserida (lemak atau minyak) dengan metanol untuk menghasilkan metil ester dan gliserol (Wijayanti, 2008).

Metil ester yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi dapat dimurnikan dan ditetapkan kadarnya. Ada tiga metode analisis untuk menetapkan kadar metil ester yaitu kromatografi gas, kromatografi cair kinerja tinggi, dan kromatografi lapis tipis. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kromatografi gas. Metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan di laboratorium penelitian dan industri. Hal ini disebabkan oleh tingkat keberhasilan yang tinggi, waktu analisis yang cepat, sensitivitas yang tinggi pada sistem detektor, efisiensi pemisahan yang baik, mampu menganalisis sampel dengan matriks yang kompleks, dan jumlah sampel yang diperlukan untuk analisis relatif sedikit dimana sampel yang dianalisis harus dapat menguap pada suhu analisis (Wijayanti, 2008).

Menurut Lloyd (1962), methyl ester termasuk dalam penggolongan zat-zat anti foaming berdasarkan tipe-tipe kimianya yaitu dalam golongan asam lemak dan asam lemak ester yang dimana variasi kelarutan asam lemak dalam air dan ester berpengaruh terhadap terjadinya inhibisi pada busa.

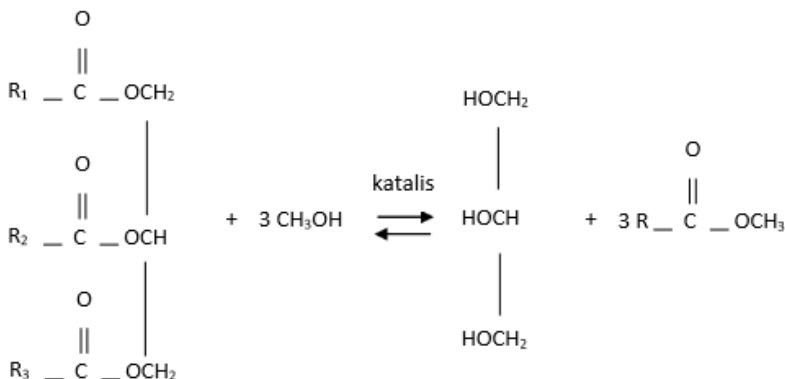


II.4. Transesterifikasi

Proses Transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alcohol rantai pendek seperti methanol atau ethanol (pada saat ini sebagian besar produksi biodiesel menggunakan methanol) menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty acids Methyl Esters*/FAME) atau biodiesel dan gliserol (gliserin) sebagai produk samping. Katalis yang digunakan natrium hidrosida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH). Esterifikasi adalah proses yang menghasilkan metil ester asam lemak bebas (FFA) dengan alcohol rantai pendek (methanol atau etanol) menghasilkan metil ester asam lemak (FAME) dan air. Katalis yang digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah asam, biasanya asam sulfat (H_2SO_4) atau asam fosfat (H_3PO_4).

Proses esterifikasi dengan katalis asam diperlukan jika minyak nabati mengandung FFA di atas 5%. Jika minyak berkadar FFA tinggi (>5%) langsung ditransesterifikasi dengan katalis basa maka FFA akan bereaksi dengan katalis membentuk sabun. Terbentuknya sabun dalam jumlah yang cukup besar dapat menghambat pemisahan gliserol dari metil ester dan berakibat terbentuknya emulsi selama proses pencucian. Jadi esterifikasi digunakan sebagai proses pendahuluan untuk mengkonversikan FFA menjadi metil ester sehingga mengurangi kadar FFA dalam minyak nabati dan selanjutnya ditransesterifikasi dengan katalis basa untuk mengkonversikan trigliserida menjadi metil ester.

Proses transesterifikasi membutuhkan bantuan alcohol rantai pendek untuk mendapatkan methyl ester dan glyserin. Berikut reaksi yang terjadi pada proses transesterifikasi :

**Gambar II.2** Reaksi Transesterifikasi

Menurut Freedman (1984), proses transesterifikasi dipengaruhi oleh berbagai factor tergantung kondisi reaksinya. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain: kandungan air dan asam lemak bebas yang terkandung pada minyak, jenis katalis dan alkohol yang digunakan, suhu dan lamanya reaksi. Minyak nabati yang memiliki asam lemak bebas yang rendah dapat langsung dikonversi menjadi methyl ester melalui proses transesterifikasi. Minyak yang memiliki asam lemak bebas tinggi serta mengandung air dari 0,3% dapat menurunkan rendemen transesterifikasi minyak. Minyak dengan asam lemak bebas yang tinggi perlu memerlukan 2 tahap reaksi, yaitu dengan mengesterifikasi dahulu dengan melibatkan katalis asam. Proses reaksi esterifikasi yang berasal dari asam lemak dan alcohol diubah menjadi metil ester. Berikut reaksi esterifikasi:

**Gambar II.3** Reaksi Esterifikasi dari Minyak Nabati

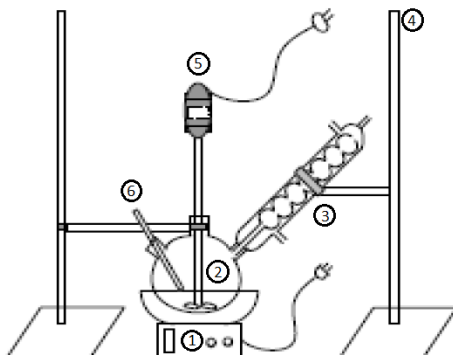
Pada proses transesterifikasi membutuhkan katalis yang berfungsi mempercepat laju pembentukan ester. Katalis yang



pada umumnya digunakan pada proses transesterifikasi berupa asam yaitu HCl dan H_2SO_4 atau menggunakan katalis basa NaOCH_3 , KOH dan NaOH.

Transesterifikasi menggunakan katalis asam berlangsung tanpa air. Alasan tidak menggunakan air adalah agar yield yang didapatkan tidak menurun. Selain itu adalah asam karboksilat dapat terbentuk oleh reaksi karboskdi tahap II dengan adanya air dalam campuran reaksi.

Transesterifikasi menggunakan katalis basa lebih cepat daripada transesterifikasi menggunakan katalis asam. Penggunaan katalis basa berlangsung lebih lama karena reaksi yang terjadi berlangsung searah. Namun tidak semua penggunaan katalis basa dapat berlangsung sempurna, yang membuat reaksi transesterifikasi dapat berlangsung secara sempurna adalah kondisi minyak yang dalam keadaan netral. Pada umumnya katalis yang digunakan NaOH dan KOH karena kedua katalis tersebut menghasilkan konversi yang tinggi dengan konsentrasi yang lebih besar. Dari reaksi hidroksida dengan alcohol akan menghasilkan sejumlah air. Air yang dihasilkan mengakibatkan hidrolisa ester meningkat.



Gambar II.4 Rangkaian Alat Transesterifikasi



II.5. Foam

Busa merupakan gelembung- gelembung gas dan biasanya dapat terjadi pada larutan yang encer. busa terdiri dari gelembung-gelembung gas yang memiliki cairan film tipis. Busa dapat dicirikan sebagai dispersi kasar gas dalam cairan, di mana gas adalah fase utama volume. Busa, atau lamina cairan, akan cenderung untuk kontak karena ketegangan permukaannya, dan tegangan permukaan rendah dengan demikian akan diharapkan menjadi kebutuhan yang diperlukan untuk kebaikan properti pembentukan busa. Selanjutnya, agar dapat menstabilkan lamina, harus mampu mempertahankan sedikit perbedaan ketegangan di nya berbeda daerah. Oleh karena itu, juga jelas bahwa cairan murni, yang memiliki tegangan permukaan yang konstan, tidak bisa memenuhi persyaratan ini. Stabilitas busa atau gelembung seperti telah terkait dengan monomolecular struktur film dan stabilitas (Adamson, 1990).

Untuk menghasilkan busa, permukaan film cairan tipis harus distabilkan oleh lapisan surfaktan, polimer atau partikel. Inilah sebabnya mengapa cairan murni tidak pernah memiliki busa. Busa selalu disertai dengan peningkatan luas antarmuka. Dengan demikian, dalam arti termodinamika busa pada dasarnya tidak stabil dan memiliki sifat cepat atau lambat hancur (Farn, 2006).

II.6. Antifoam

Dikebanyakan hal foaming merupakan hal yang tidak diinginkan seperti pada *dishwashing* dan *wastewater treatment*, dan pada umumnya di Industri, seperti di *wastewater treatment*, semua foam butuh dieliminasi. Antifoam memiliki sifat yang hamper sama dengan surfakta. Surfaktan merupakan molekul yang memiliki gugus polar yang suka air dan gugus non polar yang suka minyak pula, sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari minyak dan air. Surfaktan adalah bahan aktif permukaan yang bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan, sifat aktif ini diperoleh dari sifat ganda



molekul. Surfaktan memiliki sifat menurunkan tegangan permukaan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formulasinya baik itu *oil in water* atau *water in oil* (Rieger, 1985).

Kadang-kadang, pembangun produk surfaktan terpaksa menggunakan surfaktan berbusa tinggi untuk aplikasi di mana hanya sedikit busa yang diterima, misalnya di detergen. Dan di kasus ini, diperlukan antifoam. Antifoams adalah zat atau campuran zat yang mampu mengurangi kecenderungan busa atau menghancurkan busa yang ada saat ditambahkan dalam jumlah yang kecil. Zat ini biasanya menunjukkan aktivitas permukaan yang tinggi, permukaan akan menyebarkan tekanan dan antifoam hampir tidak larut dalam cairan yang berbusa. Seperti telah disebutkan, banyak minyak dan zat lemak yang digunakan sebagai defoamers (Farn, 2006).

Berdasarkan *Material Safety Data Sheet* dengan nama produk *Halt Anti-Foaming Agent* tersusun dari :

Tabel II.3. Komposisi *Anti-foaming Agent*

Komponen	Jumlah (%)
Polysiloxanes	17,4
Plant oil	5
Silicic acid	2

Busa biasanya timbul dari bahan baku atau bahan penolong didalam proses pabrikasi bubur kayu dan kertas, tekstil dan makanan. Dalam hal ini tidak hanya mutu produk yang dipengaruhi, tetapi juga peralatan atau mesin dikurangi dalam kaitan dengan busa. Pencemaran busa dapat menyebabkan berbagai permasalahan yang sangat buruk mempengaruhi produktifitas. Proses produksi dan *waste water* perawatan dimana permasalahan busa yang sering terjadi dibawah ini :

a. Proses Pembuatan Pulp

Ada beberapa proses untuk memproduksi kertas dimana KP (Kraft Bubur kayu) adalah yang paling umum



digunakan. Didalam proses ini, bubur kayu diproduksi oleh kayu masakan memotong dengan suatu solusi yang dicampur dari sulfida sodium dan air soda coustic. Selama pencucian dan penyulingan, busa yang timbul disebabkan oleh reaksi tersebut. Proses pembuatan pulp tersebut melibatkan suatu temperatur tinggi (80 – 90 °C) yang bersifat alkali tinggi (pH sekitar 12) dimana kondisi tersebut dapat menimbulkan busa. Masalah yang dapat diakibatkan oleh timbulnya busa tersebut adalah berkurangnya efisiensi pencucian.

b. Proses Pembuatan Kertas

Busa dapat menyebabkan proses pembuatan kertas mempunyai mutu yang rendah. Busa bubur kayu dapt mengurangi mutu produk tersebut atau menyebabkan suatu retakan dengan kertas proses.

c. Industri Makanan

Busa cenderung disebabkan oleh protein dan sukrosa yang digunakan sebagai bahan baku didalam makanan misalnya pada proses pembuatan tahu dan produksi susu.

d. Industri Peragian

Busa menjadi suatu masalah disterilisasi pada produksi minuman keras, amino cuka, cuka gultamik, penisilin dan lain-lain. Busa dapat membawa pengaruh kurang baik pada proses produksi.

e. Karet Sintesis dan Industri Damar Buatan

Karet sintesis, polivinil klorid dan polivinil asetat diproduksi secara emulsi polierasasi, dimana banyak surfaktan digunakan dan berbusa.

f. Lain-lain

Permasalahan busa ditemui bahkan diproses pembuatan metal (besi baja, mobil) dan pada industri petrokimia.

(Lloyd, 1962).

Antifoam memiliki berbagai jenis golongan berdasarkan tipe-tipe kimianya, masing-masing golongan memiliki peranan di Industri yang berbeda. Methyl ester berbahan dasar minyak jarak,



methyl ester berbahan dasar minyak jelantah dan minyak jarak yang dapat berperan sebagai antifoam dan masuk kedalam golongan asam lemak dan asam lemak ester. Ketiga antifoam tersebut dapat digunakan diberbagai macam proses industry, kecuali methyl ester berbahan dasar minyak jarak dan minyak jarak yang tanpa melalui proses transesterifikasi tidak dapat digunakan dalam industry makanan dan minuman karena minyak jarak mengandung racun (*ester forbol*).

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

III.1 Bahan yang Digunakan

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Minyak Jarak pagar | 4. Aquadest |
| Bahan yang digunakan adalah | 5. CH ₃ OH |
| Minyak jarak pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>) yang digunakan dibeli di UD. | 6. Methanol 98% |
| Jasarendra Jawisesa, Surabaya | 7. H ₂ O |
| 2. KOH | 8. Methyl Ester |
| 3. Phenolphthalin (PP) | 9. Nira Tebu |
| | 10. Tetes Tebu |

III.2 Peralatan yang Digunakan

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Pemanas Elektrik | 13. Corong |
| 2. Erlenmeyer | 14. Penyumbat |
| 3. Termometer | 15. Aerator |
| 4. Cawan | 16. Dekanter |
| 5. Gelas Ukur | 17. Kertas saring |
| 6. Timbangan Elektrik | 18. pH meter |
| 7. Biuret + Statif + Klem <i>holder</i> | 19. Wadah Pencuci |
| 8. Pipet Tetes | 20. Spatula |
| 9. Labu Ukur | 21. Gelas arloji |
| 10. <i>Beaker Glass</i> | 22. <i>Mixing</i> |
| 11. Pengaduk | 23. Timbangan analitik |
| 12. Dekanter | |

III.3 Variabel yang Digunakan

III.3.1 Variabel Tetap

Variable tetap pada percobaan tugas akhir kami antara lain :

- | | |
|--|---------|
| 1. Temperatur Reaksi Netralisasi | = 70°C |
| 2. Temperatur Reaksi Transesterifikasi | = 65°C |
| 3. Waktu Reaksi Netralisasi | = 5 jam |
| 4. Waktu Reaksi Transesterifikasi | = 2 jam |

III.3.2 Variabel Kontrol

Dalam percobaan di tugas akhir kami, variable berubah yang digunakan antara lain :

- | | |
|---|---|
| 1. Antifoam Agent Merk "Struktol" | = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm |
| 2. Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>) | = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm |
| 3. Methyl Ester dari Minyak Jelantah | = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm |
| 4. Methyl Ester dari Minyak Jarak | = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm |

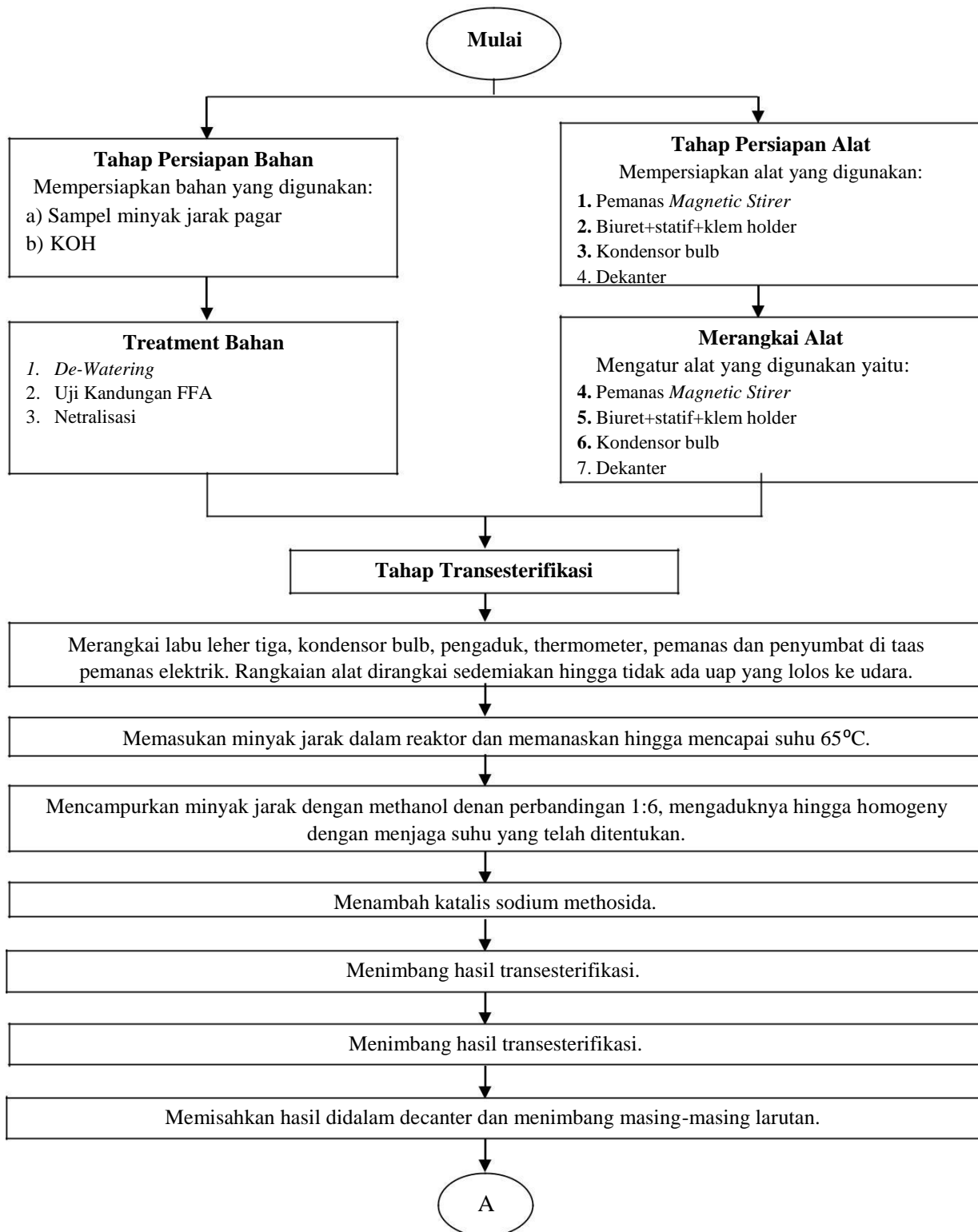
III.4 Prosedur Pembuatan Metyl Ester

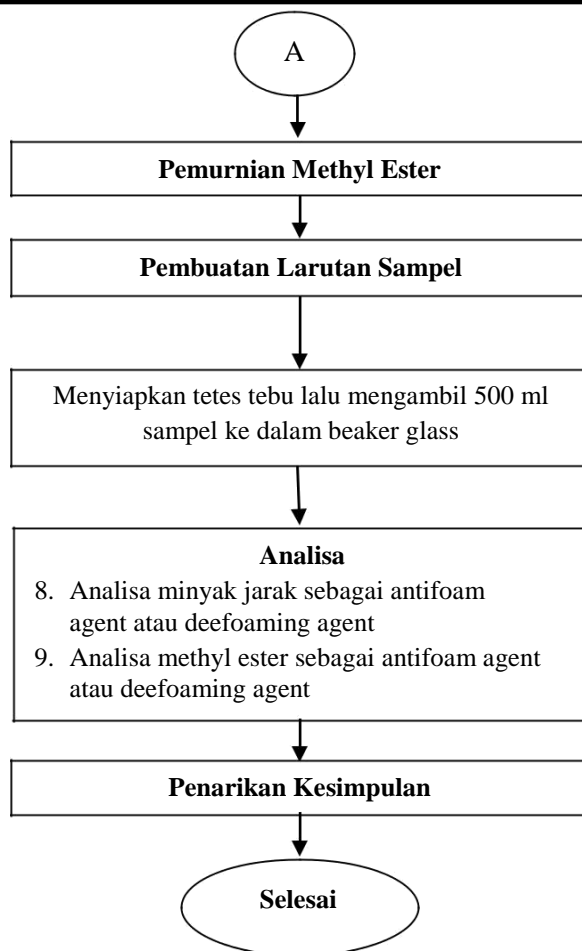


Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan eksperimen. Pendekatan eksperimen dilakukan untuk mempelajari pengaruh dosis pemberian *antifoam* terhadap penurunan tinggi



foam. Adapun metode pelaksanaan yang digunakan, secara garis besar digambarkan pada diagram alir berikut:





III.4.1 Pembuatan Sodium Methoksida

Pembuatan sodium methoksida dilakukan karena sodium methoksida merupakan katalis yang akan digunakan pada proses transesterifikasi. Prosedur pembuatan sodium methoksida ditunjukkan sebagai berikut :

1. Menimbang KOH 0,94 gram.
2. Menimbang CH₃OH 20% dari massa minyak jarak.
3. Mencampur CH₃OH dengan KOH dalam wadah tertutup.
4. Mengaduk hingga homogeny dan menjaga uap agar tidak lolos ke udara bebas.



III.4.2 Tahap Persiapan

III.4.2.1 Tahap Persiapan Minyak Jarak Pagar (*Crude Jatropha Oil*)

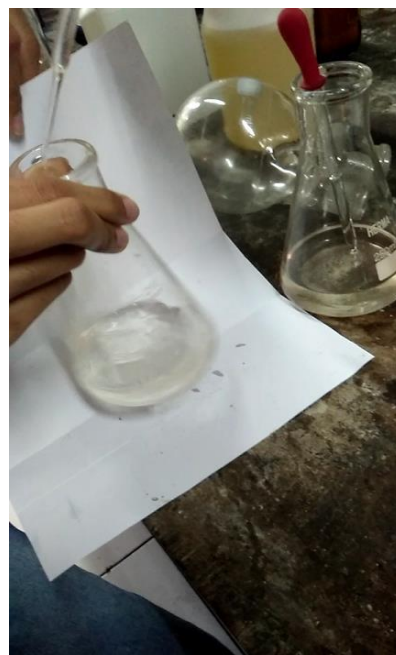
III.4.2.1.1 De-watering Minyak Jarak Pagar (*Crude Jatropha Oil*)



Proses de-watering minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dalam minyak, karena air yang terlarut dalam minyak dapat mengganggu jalannya proses pembentukan methyl ester. Berikut prosedur untuk proses de-watering minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) :

1. Memasukkan minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) ke dalam Erlenmeyer.
2. Memanaskan minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) di atas pemanas listrik hingga suhu mencapai 100°C .

III.4.2.1.2 Uji Kandungan FFA Minyak Jarak Pagar





Uji kandungan FFA minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) bertujuan untuk mengetahui kandungan FFA pada minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) dengan menggunakan titrasi titrimetric. Berikut prosedur untuk proses uji kandungan FFA minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) :

1. Pembuatan larutan KOH 0,1 N.
 - 1.1 Menimbang 4 gram KOH.
 - 1.2 Mengencerkan ke dalam labu ukur hingga 1000 mL.
2. Membuat larutan indicator PP 1%.
 - 2.1 Menimbang 0,5 gram bubuk phenolphthalein
 - 2.2 Mengencerkan ke dalam 60 mL etanol 96% + 40 mL aquadest.
3. Menimbang 10 gram minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) di dalam Erlenmeyer 250 mL.
4. Menambahkan etanol 96% sebanyak 50 mL.
5. Memanaskan di atas pemanas *magnetic stirer* pada suhu 60°C selama 10 menit.
6. Menambahkan larutan indicator PP sebanyak 2-3 tetes.
7. Mentitrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga berubah menjadi warna merah jambu.
8. Mengulangi titrasi pada sampel kedua dan ketiga.

III.4.2.1.3 Netralisasi Minyak Jarak Pagar



Proses netralisasi minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) bertujuan untuk menghilangkan asam lemak bebas yang masih terkandung pada minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*). Berikut prosedur netralisasi minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) :

1. Membuat larutan KOH 4,175 N



-
- 1.1 Menimbang 16,7 gram KOH
 - 1.2 Melarutkannya dengan aquadest ke dalam labu ukur hingga volume 100°C
 2. Memanaskan minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) hingga suhu mencapai 50-60°C.



3. Menambahkan KOH dan melanjutkan pemanasan hingga suhu mencapai 70-80°C. Pemanasan dan pengadukan dihentikan ketika terbentuk flok sabun.
4. Mendinginkan hingga 5-6 jam hingga terbentuk 2 lapisan
5. Memisahkan sabun dari minyak.

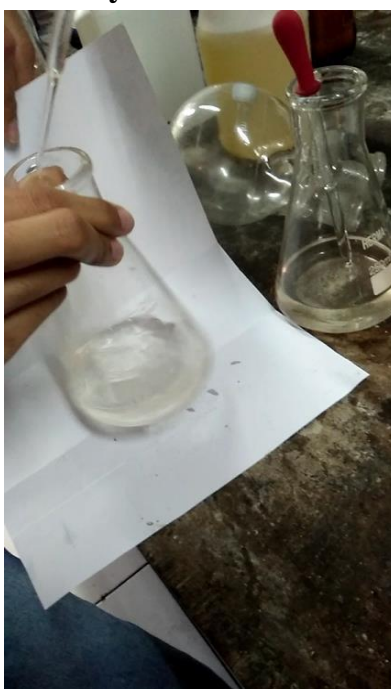
III.4.2.2 Tahap Persiapan Minyak Jelantah

III.4.2.2.1 Penyaringan Minyak Jelantah

Penyaringan minyak jelantah dilakukan agar kotoran-kotoran yang masih ada didalam minyak jelantah tidak mengganggu proses esterifikasi.

1. Menyiapkan minyak jelantah dan mempersiapkan kertas saring
2. Melakukan penyaringan minyak jelantah.

III.4.2.2.2 Uji Kandungan FFA Minyak Jelantah



Uji kandungan FFA minyak jelantah bertujuan untuk mengetahui kandungan FFA pada minyak jelantah dengan menggunakan titrasi titrimetric. Berikut prosedur untuk proses uji kandungan FFA minyak jelantah :

1. Pembuatan larutan KOH 0,1 N.
 - 1.1 Menimbang 4 gram KOH.
 - 1.2 Mengencerkan ke dalam labu ukur hingga 1000 mL.
2. Membuat larutan indikator PP 1%.
 - 2.1 Menimbang 0,5 gram bubuk phenolphthalein
 - 2.2 Mengencerkan ke dalam 60 mL etanol 96% + 40 mL aquadest.
3. Menimbang 10 gram minyak jelantah di dalam Erlenmeyer 250 mL.
4. Menambahkan etanol 96% sebanyak 50 mL.
5. Memanaskan di atas pemanas *magnetic stirrer* pada suhu 60°C selama 10 menit.
6. Menambahkan larutan indikator PP sebanyak 2-3 tetes.



-
7. Mentitrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga berubah menjadi warna merah jambu.



8. Mengulangi titrasi pada sampel kedua dan ketiga.

III.4.2 Tahap Pembuatan

III.4.2.1 Tahap Pembuatan Methyl Ester dari Minyak Jarak Pagar

III.4.2.1.1 Proses Transesterifikasi



Proses transesterifikasi dilakukan untuk mendapatkan methyl ester dan zat sisa glyserin dari triglyserida yang terkandung di dalam minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*). Berikut prosedur percobaan untuk proses transesterifikasi :

1. Merangkai alat reaksi berupa labu leher tiga, kondensor bulb, pengaduk, thermometer, pemanas dan penyumbat. Susunan alat tersebut dirangkai sedemikian rupa dengan kondisi tidak ada uap yang lolos ke udara bebas.
2. Memasukkan minyak jarak ke reactor dan memanaskannya hingga suhu mencapai 65°C selama 1,5 jam.
3. Mencampurkan minyak jarak dengan methanol dengan perbandingan 1:6, mengaduknya hingga homogeny dengan menjaga suhunya selama variable yang telah ditentukan.
4. Menambahkan katalis sodium methoksida yang telah dibuat sebelumnya.
5. Menimbang hasil dari reaksi tersebut
6. Memisahkan hasil transesterifikasi dalam decanter
7. Menimbang masing-masing larutan.

III.4.2.1.2 Pemurnian Methyl Ester

Warna dari methyl ester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi memiliki warna yang kurang jernih serta methyl ester masih mengandung KOH yang dapat mempengaruhi pH dari methyl ester. Sehingga yang pemurnian methyl ester ini dilaksanakan untuk menjernihkan methyl ester serta menetralkan pH dari methyl ester yang masih terkandung KOH. Berikut prosedur pemurnian methyl ester :



-
1. Menempatkan methyl ester ke dalam wadah pencucian.
 2. Menuangkan air bersuhu 40°C.



3. Mengaerasi campuran methyl ester dan air selama 8 jam.
4. Memisahkan methyl ester dari air.
5. Mengulangi prosedur pemurnian hingga didapatkan air dengan pH 7.

III.4.2.2 Tahap Pembuatan Methyl Ester dari Minyak

Jelantah III.4.2.2.1 Proses Transesterifikasi

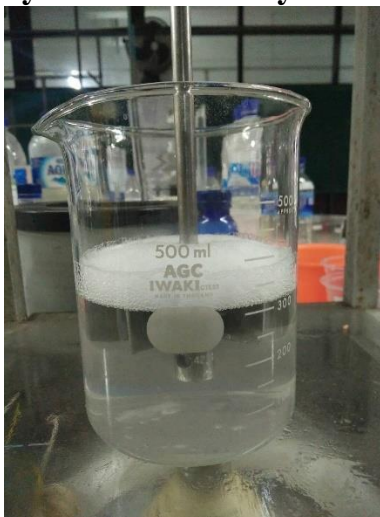


1. Merangkai alat reaksi berupa labu leher tiga, kondensor bulb, pengaduk, thermometer, pemanas dan penyumbat. Susunan alat tersebut dirangkai sedemikian rupa dengan kondisi tidak ada uap yang lolos ke udara bebas.
2. Memasukkan minyak jelantah ke reactor dan memanaskannya hingga suhu mencapai 65°C selama 1,5 jam.
3. Mencampurkan minyak jelantah dengan methanol dengan perbandingan 1:6, mengaduknya hingga homogeny dengan menjaga suhunya selama variable yang telah ditentukan.
4. Menambahkan katalis sodium methoksida yang telah dibuat sebelumnya.
5. Menimbang hasil dari reaksi tersebut
6. Memisahkan hasil transesterifikasi dalam decanter
7. Menimbang masing-masing larutan.



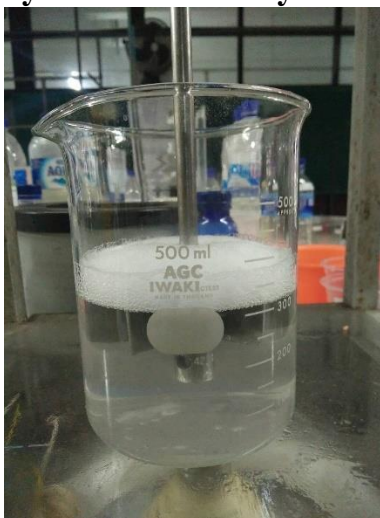
III.4.3 Tahap Analisa

III.4.3.1 Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jarak Pagar



1. Mempersiapkan alat mixing dan sampel berupa teksafon masing-masing memiliki volume 200 ml dan menempatkan ke dalam beaker glass
2. Meletakkan larutan sampel yang sudah berada di beaker glass untuk diletakkan di alat mixing.
3. Mengatur kecepatan alat mixing dengan kecepatan pengadukan 425 rpm hingga menghasilkan foam atau busa.
4. Mengukur dan mencatat tinggi busa setiap 20 detik hingga didapatkan tinggi busa yang konstan.
5. Menambahkan methyl ester dari minyak jarak pagar yang telah didapatkan ke dalam sampel
6. Mengukur dan mencatat penurunan tinggi busa dan lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan tinggi foam.

III.4.3.2 Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jelantah





1. Mempersiapkan alat mixing dan sampel berupa tetes tebu masing-masing memiliki volume 200 ml dan menempatkan ke dalam beaker glass
2. Meletakkan larutan sampel yang sudah berada di beaker glass untuk diletakkan di alat mixing.
3. Mengatur kecepatan alat mixing dengan kecepatan pengadukan 425 rpm hingga menghasilkan foam atau busa.
4. Mengukur dan mencatat tinggi busa setiap 20 detik hingga didapatkan tinggi busa yang konstan.
5. Menambahkan methyl ester dari minyak jelantah yang telah didapatkan ke dalam sampel
6. Mengukur dan mencatat penurunan tinggi busa dan lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan tinggi foam.

III.4.3.3 Defoaming Test Minyak Jarak

1. Mempersiapkan alat mixing dan sampel berupa tetes tebu masing-masing memiliki volume 500 ml dan menempatkan ke dalam beaker glass
2. Meletakkan larutan sampel yang sudah berada di beaker glass untuk diletakkan di alat mixing.
3. Mengatur kecepatan alat mixing dengan kecepatan pengadukan 425 rpm hingga menghasilkan foam atau busa.
4. Mengukur dan mencatat tinggi busa setiap 20 detik hingga didapatkan tinggi busa yang konstan.
5. Menambahkan minyak jarak busa dan lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan tinggi foam.

III.4.3.2 Defoaming Test Antifoam Merk “Struktol”

1. Mempersiapkan alat mixing dan sampel berupa tetes tebu masing-masing memiliki volume 500 ml dan menempatkan ke dalam beaker glass
2. Meletakkan larutan sampel yang sudah berada di beaker glass untuk diletakkan di alat mixing.
3. Mengatur kecepatan alat mixing dengan kecepatan pengadukan 425 rpm hingga menghasilkan foam atau busa.
4. Mengukur dan mencatat tinggi busa setiap 20 detik hingga didapatkan tinggi busa yang konstan.
5. Menambahkan antifoam agent merk “Struktol” yang telah didapatkan ke dalam kedua sampel
6. Mengukur dan mencatat penurunan tinggi busa dan lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan tinggi foam.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Percobaan

IV.1.1 Hasil Uji Kandungan FFA Minyak Jarak

Tabel IV.1 Hasil Uji Kandungan FFA Minyak Jarak Pagar
(*Crude Jatropha Oil*)

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Kandungan FFA minyak jarak sebelum netralisasi	% berat	2,5159
2.	Kandungan FFA minyak jarak setelah netralisasi	% berat	0,6
3.	Massa Sabun yang terbentuk	% berat	1,1879

IV.1.2 Hasil Reaksi

Variabel Tetap :

- Temperatur Reaksi Netralisasi = 70⁰C
- Temperatur Reaksi Transesterifikasi = 65⁰C
- Waktu Reaksi Netralisasi = 5 jam
- Waktu Reaksi Transesterifikasi = 2 jam

Variabel Kontrol :

- Antifoam Agent Merk “Struktol”
= 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm
- Minyak Jarak Pagar (*Crude Jatropha Oil*)
= 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm
- Methyl Ester dari Minyak Jelantah
= 5, 10, 15, 20, 25, 50, 55, 60, 65, 70 ppm

Tabel IV.2 Hasil Reaksi Transesterifikasi

No.	Komponen	Nilai
1.	Methyl Ester	247,0870 gram
2.	Glyserin	25,375 gram
3.	Yield	98 %
4.	pH hasil pencucian	6,5

**Tabel IV.3** Hasil Analisa Defoaming Test Antifoam Agent Merk “Struktol”

Dosis Antifoam Agent Merk “Struktol” (ppm)	Teksafon			
	Volume Teksafon (ml)	Tinggi Foam (cm)	Waktu Penurunan Foam	Sisa Foam (cm)
5	200	4	3 menit 30 detik	-
10		4,2	3 menit 3 detik	-
15		4,4	2 menit 9 detik	-
20		4,4	2 menit 1 detik	-
25		4,5	2 menit	-
50		4,6	1 menit 20 detik	-
55		4,5	1 menit 9 detik	-
60		4,6	60 detik	-
65		4,7	58 detik	-
70		4,4	40 detik	-

**Tabel IV.4** Hasil Analisa Defoaming Test Minyak Jarak Pagar
(*Crude Jatropha Oil*)

Dosis Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>) (ppm)	Teksafon			
	Volume Teksafon (ml)	Tinggi Foam (cm)	Waktu Penurunan Foam	Sisa Foam (cm)
5	200	4,6	-	4,6
10		4,4	-	4,4
15		4,5	-	4,5
20		4	-	4
25		4,1	-	4,1
50		4,8	-	4,8
55		4,7	-	4,7
60		4	-	4
65		4,5	-	4,5
70		4,5	-	4,5



Tabel IV.5 Hasil Analisa Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jelantah

Dosis Methyl Ester dari Minyak Jelantah (ppm)	Teksafon			
	Volume Teksafon (ml)	Tinggi Foam (cm)	Waktu Penurunan Foam	Sisa Foam (cm)
5	200	4	15 menit 50 detik	3,3
10		4,4	15 menit	3,3
15		4	14 menit 28 detik	2,8
20		4,5	14 menit 20 detik	3
25		4,2	14 menit 19 detik	2,8
50		4,1	14 menit 3 detik	2,7
55		4,5	14 menit	2,5
60		4,3	14 menit	2,3
65		4,	13 menit 49 detik	2
70		4,4	13 menit 45 detik	1,8

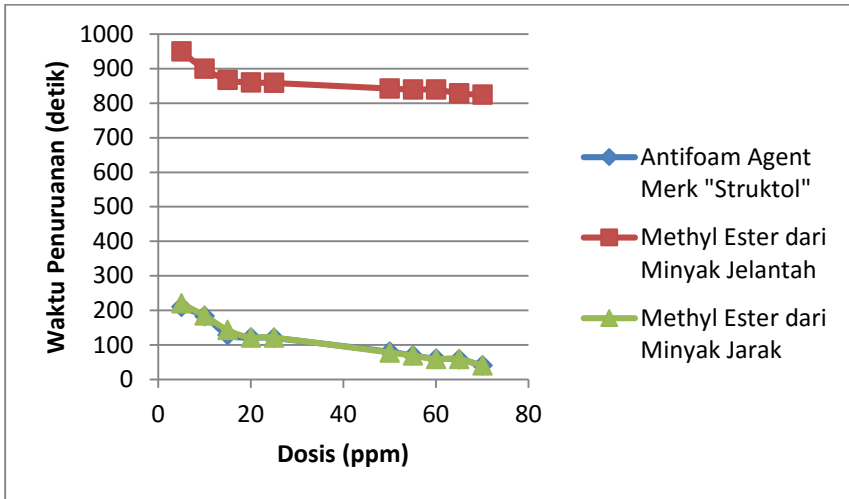


Tabel IV.6 Hasil Analisa Defoaming Test Methyl Ester dari Minyak Jarak Pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak Pagar (<i>Crude Jatropha Oil</i>) (ppm)	Teksafon			
	Volume Teksafon (ml)	Tinggi Foam (cm)	Waktu Penurunan Foam	Sisa Foam (cm)
5	200	3,9	3 menit 40 detik	-
10		4	3 menit 5 detik	-
15		4	2 menit 23 detik	-
20		4,1	2 menit 1 detik	-
25		4	2 menit 1 detik	-
50		4,2	1 menit 18 detik	-
55		4,3	1 menit 9 detik	-
60		4,2	59 detik	-
65		4,4	59 detik	-
70		4,5	40 detik	-



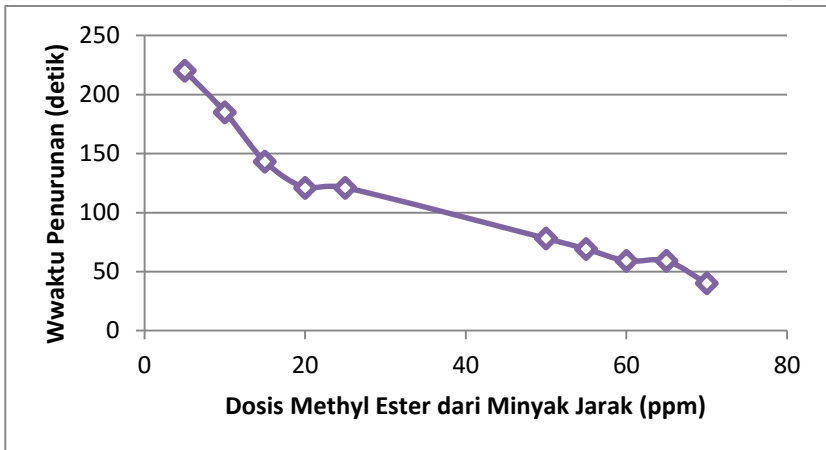
IV.2 Pembahasan



Gambar IV.1 Grafik Hubungan Antara Dosis dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon.

Dari gambar IV.1 menunjukkan bahwa Grafik Hubungan Antara Dosis Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon berbanding lurus, yaitu semakin besar dosis (ppm) yang ditambahkan pada teksapon maka waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan foam pada teksapon semakin cepat.

Dalam hal ini factor waktu dapat mempengaruhi struktur buih cair karena pada film antara dua gelembung gas terjadi kerusakan, terjadi pemisahan medium pendispersi yang dapat mengakibatkan terjadinya perbedaan kerapatan gas dan zat cair.



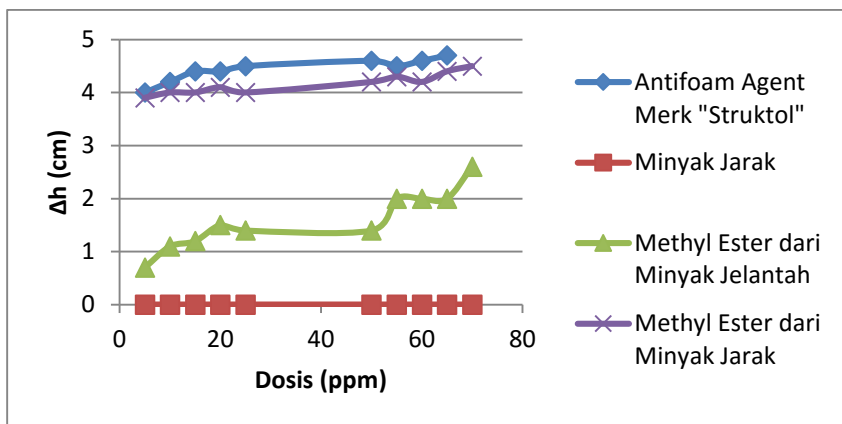
Gambar IV.2 Grafik Hubungan Antara Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon.

Gambar IV.2 menunjukkan Grafik Hubungan Antara Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan Waktu Penurunan Foam pada Teksafon. Grafik menunjukkan berbanding lurus, yaitu semakin banyak dosis yang ditambahkan maka waktu penurunan foam pada teksafon semakin cepat. Yang membedakan dari hasil defoaming test antara Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak adalah lebih efektif menggunakan Antifoam Agent Merk “Struktol” dan Methyl Ester dari Minyak Jarak karena waktu penurunan foam lebih cepat. Hal ini menunjukkan bahwa Methyl Ester dari Minyak Jarak memiliki sifat yang hampir sama dengan Antifoam Agent Merk “Struktol” dan methyl ester dapat digunakan sebagai Antifoam Agent. Ditunjukkan pada penambahan 70 ppm Antifoam Agent Merk “Struktol” membutuhkan waktu 40 detik untuk menurunkan foam, penambahan 70 ppm minyak jarak tidak mengalami perubahan, penambahan 70 ppm methyl ester dari minyak jelantah membutuhkan 13 menit 45 detik untuk menurunkan foam dan masih meninggalkan sisa foam setinggi 1,8 cm, sedangkan penambahan 70 ppm Methyl Ester dari Minyak



Jarak membutuhkan waktu 40 detik. Hal ini menunjukkan bahwa Methyl Ester dari Minyak Jarak dapat berfungsi sebagai Antifoam Agent yang dapat menyapu permukaan foam dan mengeringkan dinding-dinding gelembung dengan melakukan transportasi pada permukaan. Dalam hal ini factor waktu dapat mempengaruhi struktur buih cair karena pada film antara dua gelembung gas terjadi kerusakan, terjadi pemisahan medium pendispersi yang dapat mengakibatkan terjadinya perbedaan kerapatan gas dan zat cair, serta karena terjadi diffuse gelembung gas yang kecil ke gelembung gas yang besar akibat tegangan permukaan, sehingga ukuran gelembung gas menjadi lebih besar.

Menurut Lloyd (1962), methyl ester termasuk dalam golongan zat-zat antifoam agent yaitu golongan asam lemak dan asam lemak ester dimana dosis asam lemak dan asam lemak ester berpengaruh terhadap inhibisi pada busa.

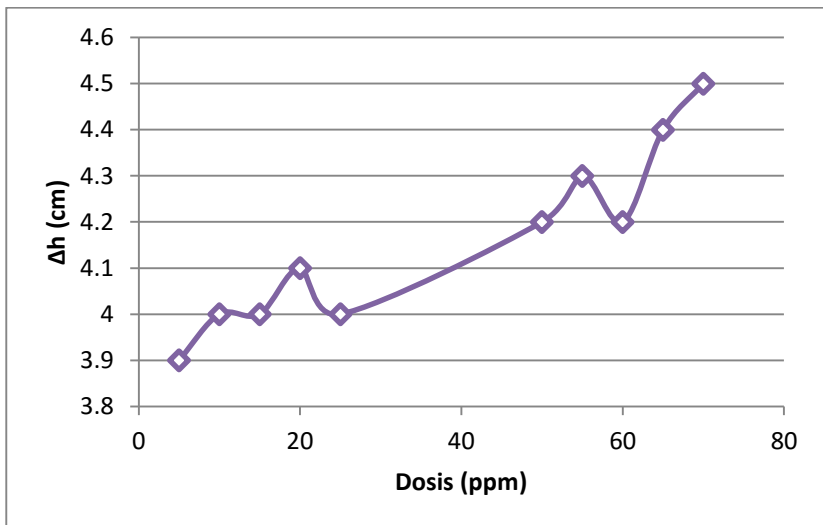




Gambar IV.3 Grafik Hubungan Antara Dosis dengan Penurunan Tinggi Foam (Δh) pada Teksafon.

Dari gambar IV.3 menunjukkan bahwa Grafik Hubungan Antara Dosis Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak dengan penurunan tinggi Foam pada Teksafon berbanding lurus, yaitu semakin besar dosis (ppm) yang ditambahkan pada teksafon maka penurunan tinggi foam juga semakin besar.

Buih cairan pada teksafon adalah system koloid dengan fase terdispersi gas dan dengan medium pendispersi zat cair. Yang paling efektif adalah dengan ditamhakkannya Antifoam Agent Merk “Struktol” dan Methyl Ester dari Minyak Jarak. Hal ini menunjukkan bahwa Methyl Ester dari Minyak Jarak termasuk golongan Antifoam Agent.



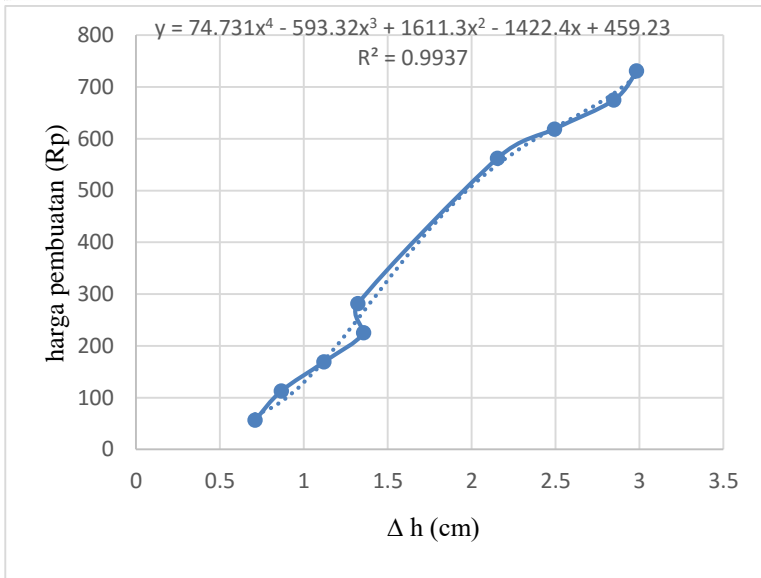
Gambar IV.4 Grafik Hubungan Antara Dosis Methyl Ester dari Minyak Jarak Dengan Penurunan Tinggi Foam (Δh) pada Teksafon.



Sedangkan untuk gambar IV.4 menunjukkan grafik hubungan antara dosis methyl ester dari minyak jarak dengan penurunan tinggi foam (Δh) pada Teksafon. Grafik menunjukkan berbanding lurus, yaitu semakin banyak dosis yang ditambahkan maka penurunan tinggi foam pada teksafon semakin cepat. Yang membedakan dari hasil defoaming test antara Antifoam Agent Merk “Struktol”, Minyak Jarak, Methyl Ester dari Minyak Jelantah dan Methyl Ester dari Minyak Jarak adalah lebih efektif menggunakan Antifoam Agent Merk “Struktol” dan Methyl Ester dari Minyak Jarak karena penurunan tinggi foam lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa Methyl Ester dari Minyak Jarak memiliki sifat yang hampir sama dengan Antifoam Agent Merk “Struktol” dan methyl ester dapat digunakan sebagai Antifoam Agent. Ditunjukkan pada penambahan 70 ppm Antifoam Agent Merk “Struktol” dapat menurunkan foam setinggi 4,4 cm, penambahan 70 ppm minyak jarak tidak mengalami perubahan, penambahan 70 ppm methyl ester dari minyak jelantah menurunkan foam setinggi 2,6 cm, sedangkan penambahan 70 ppm Methyl Ester dari Minyak Jarak dapat menurunkan foam setinggi 4,5 cm. Hal ini menunjukkan bahwa Methyl Ester dari Minyak Jarak dapat berfungsi sebagai Antifoam Agent yang dapat menyapu permukaan foam dan mengeringkan dinding-dinding gelembung dengan melakukan transportasi pada permukaan.

Menurut Adamson (1990), Methyl ester dapat berfungsi sebagai antifoam yang menyapu permukaan foam, mengeringkan dinding-dinding gelembung dengan melakukan transportasi pada permukaan. Selain itu metyl ester mampu mengadsorpsi partikel pendispersi pada permukaannya.

Menurut Lloyd (1962), methyl ester termasuk dalam golongan zat-zat antifoam agent yaitu golongan asam lemak dan asam lemak ester dimana dosis asam lemak dan asam lemak ester berpengaruh terhadap inhibisi pada busa.



Gambar IV.4 Grafik Hubungan Antara Penurunan Tinggi Foam (Δh) dari Teksafon dengan Harga Pembuatan.

Grafik hubungan antara penurunan tinggi foam (Δh) dari teksafon dengan harga pembuatan digunakan untuk menentukan titik optimum sehingga didapatkan rekomendasi dosis yang tepat untuk menurunkan foam. Dari grafik tersebut didapatkan persamaan untuk menentukan titik optimum dari hasil percobaan kami, titik optimum yang kami dapatkan yaitu pada konsentrasi 56,79 ppm.

BAB V

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

V.1 Neraca Massa

V.1.1 Neraca Massa pada Pemanas Listrik

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 1 (dari press hidrolik)		Aliran 2 (ke udara)	
Komponen		H ₂ O keluar	1,725
Trigliserida		Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)	
Trilinoleat glyserida	98,199	Komponen	
Trioleat glyserida	90,626	Trigliserida	
Tripalmiat glyserida	41,771	Trilinoleat glyserida	98,199
Tristearat glyserida	13,679	Trioleat glyserida	90,626
Komposisi FFA		Tripalmiat glyserida	41,771
Asam linoleat	1,608	Tristearat glyserida	13,679
Asam oleat	1,484	Komposisi FFA	
Asam palmitat	0,684	Asam linoleat	1,608
Asam Stearat	0,224	Asam oleat	1,484
		Asam palmitat	0,684
		Asam stearat	0,224
Total	250		250

**V.1.2 Neraca Massa pada Reaktor Netralisasi**

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 3 (dari pemanas listrik)		Aliran 5 (ke dekanter I)	
Komponen Trigliserida		Komponen Trigliserida	
Trilinoleat glyserida	98,199	Trilinoleat glyserida	99,215
Trioleat glyserida	90,626	Trioleat glyserida	91,564
Tripalmiat glyserida	41,771	Tripalmiat glyserida	42,203
Tristearat glyserida	13,679	Tristearat glyserida	13,821
Komposisi FFA		Komposisi FFA	
Asam linoleat	1,608	Asam linoleat	0,591
Asam oleat	1,484	Asam oleat	0,546
Asam palmitat	0,684	Asam palmitat	0,252
Asam Stearat	0,224	Asam Stearat	0,083
Aliran 4 (dari Erlenmeyer)		Soap Stock	
NaOH	0,936	Sodium Linoleat	0,478
H₂O	5,256	Sodium Oleat	0,443
		Sodium Palmitat	0,205
		Sodium Stearat	0,062
		NaOH sisa	0,775
		H₂O	5,329
			254,378
		Mass loss	0,089
TOTAL	254,47		254,47



V.1.3 Neraca Massa Pada Dekanter I

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 5 (dari reaktor netralisasi)		Aliran 6 (Waste)	
Komponen Trigliserida		Soap Stock	
Trilinoleat glyserida	99,2151276	Sodium Linoleat	0,478418477
Trioleat glyserida	91,5642098	Sodium Oleat	0,442840771
Tripalmitat glyserida	42,2034498	Sodium Palmitat	0,204896208
Tristearat glyserida	13,8210128	Sodium Stearat	0,0617904
Komposisi FFA		NaOH sisa	0,774696385
Asam linoleat	0,5914224	H₂O	5,328947355
Asam oleat	0,5458152	Total	7,291589596
Asam palmitat	0,2515752	Aliran 7	
		Komponen Trigliserida	
Asam Stearat	0,0823872	Trilinoleat glyserida	98,73757337
Soap Stock		Trioleat glyserida	91,12348189
Sodium Linoleat	0,478418	Tripalmitat glyserida	42,00031106
Sodium Oleat	0,442841	Tristearat glyserida	13,75448783
Sodium Palmitat	0,204896208	Komposisi FFA	0,0617904
Sodium Stearat	0,0617904	Asam linoleat	0,5914224
NaOH sisa	0,774696	Asam oleat	0,5458152
H₂O	5,328947	Asam palmitat	0,2515752



		Asam Stearat	0,0823872
TOTAL	254,3786437		254,3786437

V.1.4 Neraca Massa Pada Reaktor Transesterifikasi

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 7 (Dari Dekanter 1)		Aliran 10 (Ke Dekanter 2)	
Komponen Trigliserida		Komponen Methyl Ester	
Trilinoleat glyserida	98,73757337	Linoleat Methyl Ester	99,32899575
Trioleat glyserida	91,12348189	Oleat Methyl Ester	91,66929707
Tripalmitat glyserida	42,00031106	Palmitat Methyl Ester	42,25188625
Tristearat glyserida	13,75448783	Stearat Methyl Ester	13,83687503
Komposisi FFA	0,0617904	Glyserin	25,375
Asam linoleat	0,5914224	Komponen Trigliserida	
Asam oleat	0,5458152	Trilinoleat glyserida	0,309130286
Asam palmitat	0,2515752	Trioleat glyserida	0,285291881
Asam Stearat	0,0823872	Tripalmitat glyserida	0,131495719
Total	247,0870541	Tristearat glyserida	0,043062925
Aliran 8 (Dari erlenmeyer 1)		Total	
CH ₃ ONa	1,219617	CH ₃ OH sisa	76,09214468
		CH ₃ ONa sisa	0,927582402
		Soap stock	1,590177058



CH ₃ OH	48,69467483	H ₂ O	0,406539
H ₂ O	0,406539		
Total			
Aliran 9 (dari Erlenmeyer)			
CH ₃ OH	55,21286	Mass Loss	0,200211319
TOTAL	352,6207469		352,6207469

V.1.5 Neraca Massa Pada Dekanter II

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 10 (Dari reaktor transesterifikasi)		Aliran 11 (Waste)	
Komponen Methyl Ester		Komponen Triglisrid a	
Linoleat Methyl Ester	99,32899575	Trilinoleat glyserida	0,309130286
Oleat Methyl Ester	91,66929707	Trioleat glyserida	0,285291881
Palmitat Methyl Ester	42,25188625	Tripalmiat glyserida	0,131495719
Stearat Methyl Ester	13,83687503	Tristearat glyserida	0,043062925
Glyserin	25,375	Glyserin	25,375
Komponen Triglisrida		CH₃OH	76,2652022
Trilinoleat glyserida	0,309130286	sis	2
Trioleat glyserida	0,285291881	CH₃ONa	0,927582402
Tripalmiat glyserida	0,131495719	Soap stock	0,406539
Tristearat	0,043062925	H₂O	1,590177058
		Total	105,333481



glyserida	5		5
Total CH₃OH	76,0921446		
sisa	8		
		Aliran	
		12(ke	
	0,92758240	wadah	
CH₃ONa sisa	2	pencucian	
		Komponen	
	1,59017705	Methyl	
Soap stock	8	Ester	
H₂O	0,406539	Linoleat	
		Methyl	99,3289957
		Ester	5
		Oleat	
		Methyl	91,6692970
		Ester	7
		Palmitat	
		Methyl	42,2518862
		Ester	5
		Stearat	
		Methyl	13,8368750
		Ester	3
			0,20021131
		Mass Loss	9
TOTAL	352,620746		352,420535
	9		6

V.1.6 Neraca Massa Pada Wadah Pencucian

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 12		Aliran 14	
(Dari		(ke	
Dekanter)		Dekanter	
		III)	
Komponen		Methyl	
Methyl Ester		ester +	369,4205812



Linoleat ME	99,32899575	impuritis	
Oleat ME	91,66929707		
Palmitat ME	42,25188625		
Stearat ME	13,83687503		
Total	247,0870541		
Aliran 13 (dari Erlenmeyer)			
H₂O	123,5435271	Mass Loss	1,210
TOTAL	370,6305812		370,6305812

V.1.7 Neraca Massa Pada Dekanter III

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 14 (Dari Dekanter)		Aliran 15 (Waste)	
Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis)	369,4205	Impuritis larut dalam air	121,88
		Aliran 16	
		Komponen methyl ester (%)	
		Linoleat ME	99,0729
		Oleat ME	91,43295
		Palmitat ME	42,14295
		Stearat ME	13,8012
		Mass Loss	1,0905
TOTAL	369,4205		369,4205

V.2 Neraca Panas

V.2.1 Neraca Panas Pada Pemanas Listrik

Masuk	Q Masuk	Keluar	Q keluar
-------	---------	--------	----------



	(cal)		(cal)
Aliran 1		Aliran 2	
Komponen TGS		H ₂ O keluar	130,7686
Trilinoleat glyserida	344,8027	Aliran 3	
Trioleat glyserida	333,0614	Komponen TGS	
Tripalmitat glyserida	155,4270	Trilinoleat glyserida	5172,0405
tristearat glyserida	51,3493	Trioleat glyserida	4995,9216
Komponen FFA		Tripalmitat glyserida	2331,4060
Asam linoleat	5,739018985	tristearat glyserida	770,2405405
Asam oleat	5,554547526	Komponen FFA	
Asam palmitat	2,595423791	Asam linoleat	46,31816278
Asam Stearat	0,856024064	Asam oleat	39,45000274
H₂O	8,6137875	Asam palmitat	8,380915063
Aliran 17		Asam Stearat	0,898825267
Kompur Listrik	644883,93	Q Loss	632296,504
Total	645791,9294	Total	645791,9294

V.2.2 Neraca Panas Pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 3		Aliran 5	
Komponen TGS		Komponen TGS	
Trilinoleat glyserida	344,8027	Trilinoleat glyserida	3135,3497
Trioleat glyserida	333,0614	Trioleat glyserida	3028,5844
Tripalmitat glyserida	155,4270	Tripalmitat glyserida	1413,3248



tristearat glyserida	51,3493	tristearat glyserida	466,9285
Komponen FFA		Komponen FFA	
Asam linoleat	5,7390	Asam linoleat	18,9973
Asam oleat	5,5545	Asam oleat	18,3866
Asam palmitat	2,5954	Asam palmitat	8,5913
Asam Stearat	0,8560	Asam Stearat	2,8336
		Komponen Soap Stock	
		Sodium Linoleat	15,7082
		Sodium Oleat	15,2487
		Sodium Palmitat	7,1585
Aliran 4		Sodium Stearat	2,1690
NaOH	91,9354	NaOH sisa	15,9452
H ₂ O	185,2588	H₂O	240,1143
Aliran 17			
Kompur Listrik	6448842	Q Loss	6441629,239
Total	6450018,58	Total	6450018,58

V.2.3 Neraca Panas Pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 7		Aliran 5	
Komponen TGS		Komponen Methyl ester	
Trilinoleat glyserida	346,6953	linoleat methyl ester	2886,7701
Trioleat glyserida	334,8896	oleat methyl ester	2710,6128
Tripalmiat glyserida	156,2802	palmitat methyl ester	1287,4011



tristearat glyserida	51,6312	stearat methyl ester	424,3113
Komponen FFA		Glyserin	694,8050
Asam linoleat	2,1108	Komponen TGS	
Asam oleat	2,0429	Trilinoleat glyserida	8,6835
Asam palmitat	0,9545	Trioleat glyserida	8,3878
Asam Stearat	0,3148	Tripalmiat glyserida	3,9142
Aliran 8		tristearat glyserida	1,2931
sodium metoksida	3,3685	Total CH₃OH sisa	14614,2431
CH ₃ OH sisa	1166,3835	CH₃ONa sisa	20,3989
H ₂ O	2,0301	Komponen Soap Stock	48,4506
Aliran 9		H₂O	16,3851
CH ₃ OH	1322,5136		
Aliran 17			
Kompur Listrik	2579536,8		
		Q Loss	2560200,358
Total	2582926,016	Total	2582926,016

BAB VI

ANALISA BIAYA SKALA LABORATORIUM

VI.1 Biaya tetap

Biaya tetap adalah biaya-biaya yang sifat dan jumlahnya tetap untuk setiap produksi, dengan volume produksi/penjualan tertentu dan telah dapat diprediksi. Biaya tetap dikeluarkan pada tahap awal, yaitu pengadaan fasilitas produksi (peralatan).

VI.2 Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan biaya produksi yang besarnya berubah-ubah sesuai dengan kapasitas produksi/volume penjualan. Biaya variabel umumnya dikeluarkan untuk pembelian bahan-bahan baku utama maupun bahan-bahan pembantu. Besarnya biaya variabel sangat bervariasi bergantung pada bahan baku utama yang digunakan.

VI.3 Analisa kelayakan

Guna memberikan gambaran mengenai kelayakan usaha produk methyl ester tersebut, selanjutnya perlu dilakukan perhitungan BEP (break even point). Yang dilakukan BEP adalah titik dimana pada saat penadapatan penjualan cukup untuk menutup biaya produksi yang dikeluarkan namun belum mencapai keuntungan. Perhitungan BEP dapat dinyatakan dalam unit dan rupiah.

Perhitungan BEP adalah sebagai berikut:

$$\text{BEP (Unit)} = \frac{\text{FC}}{\text{S}-\text{VC}}$$
$$\text{BEP (Rupiah)} = \frac{\text{FC}}{1-(\frac{\text{VC}}{\text{S}})}$$

Keterangan :

FC = Biaya Tetap
VC = Biaya Variabel per Satuan
S = Harga Jual Per Satuan

Perhitungan :

Alat pendukung methyl ester



Jenis	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Labu leher tiga	1 buah	612.030	612.030
Motor pengaduk	1 buah	70.000	70.000
Total			682.030

Bahan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Minyak jarak	Liter	60000	60000
KOH	0,25 kg	25000	25000
Methanol	Liter	26000	26000
Air	5 m ³	1500	7500
Listrik	5 Kwh	1467,28	7336,4
Total			117086,4

Produksi per hari	= 2,922 kg
Produksi per bulan	= 87,66 kg
Total biaya	= Rp 4.194.622
Harga pokok produksi	= Rp 47.851,0381
Harga jual	= Rp 65.000
Keuntungan	= Rp 17.148,9619
Keuntungan/bulan	= Rp 514.468,8569
BEP (unit)	= 14,2531913
BEP (rupiah)	= Rp 926.457,4345

BAB VII

ANALISA EKONOMI SKALA INDUSTRI

Produksi sediaan antifoam dari minyak jarak pagar di-scale up pada skala industri dengan kapasitas produksi sebesar 2.400 kg/hari. Dengan rincian sebagai berikut:

- Pada proses transesterifikasi menghasilkan yield antifoam dari minyak jarak sebesar 97,71%. Oleh karena itu untuk menghasilkan antifoam dari minyak jarak sebesar 2400 kg, maka dibutuhkan bahan baku (minyak jarak) sebesar:

$$\text{Massa bahan baku} = \frac{\text{massa antifoam (kg)}}{\text{yield (\%)}}$$

$$\text{Massa bahan baku} = \frac{2400}{97,71/100}$$

$$\text{Massa bahan baku} = 2.456 \text{ kg}$$

Jadi, minyak jarak yang dibutuhkan setiap harinya yaitu 2.456 kg dan setiap tahunnya sebesar 663.120 kg.

Kebutuhan Antifoam (kg)	Kebutuhan Minyak Jarak (kg)
2.400/hari	2.456
72.000/bulan	73.860

Waktu operasi untuk produksi selama 270 hari selama 1 tahun sehingga kapasitas produksi sebanyak 648.000 kg.

VII.1 Estimasi Biaya

VII.1.1 Biaya Peralatan (*Purchased Equipment*)

Peralatan merupakan salah satu bahan penunjang dalam proses industri. Berikut ini beberapa kebutuhan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi.

**Tabel VII.1** Biaya Investasi Peralatan

No.	Keterangan Alat	Jumlah	Harga per Unit	Total Harga
		(unit)	(US\$)	(US\$)
1.	Heat Exchanger	1	6.000	6.000
2.	Pompa	10	320	3.200
3.	Reaktor	3	9.000	27.000
4.	Tangki Penyimpanan	8	4.500	36.000
5.	Dekanter	3	20.500	61.500
				133.700

Sehingga, modal peralatan yang dibutuhkan untuk produksi yaitu US\$ 133.700

Diketahui bahwa US\$ 1 = Rp. 13.371

Modal tetap peralatan (*purchased equipment*) yang dibutuhkan untuk produksi yaitu Rp. 1.787.702.700

VII.1.2 Biaya Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

- Air yang digunakan
- Listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses dan penerangan.

Tabel VII.2 Biaya Utilitas per Bulan

No.	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Air	15000m ³	2000	30.000.000
2.	Listrik	10 MWh	2000	20.000.000
Total				50.000.000

**VII.1.3 Biaya Karyawan**

Karyawan merupakan salah satu kebutuhan yang menunjang proses berlangsungnya suatu produksi sehingga perlu dipertimbangkan terkait jumlah dan gajinya.

Tabel VII.3 Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Gaji (Rp/bulan)	Jumlah Karyawan	Total Gaji (Rp)
1.	Dewan Komisaris	30.000.000	1	30.000.000
2.	Direktur Utama	30.000.000	1	30.000.000
3.	Manager Produksi	25.000.000	1	25.000.000
4.	Manager Keuangan	25.000.000	1	25.000.000
5.	Manager Personalia	25.000.000	1	25.000.000
6.	Sekretaris	8.000.000	2	16.000.000
7.	Kepala Bagian: Proses dan Produksi	10.000.000	1	10.000.000
	Teknik dan Pemeliharaan	10.000.000	1	10.000.000
	Keuangan	10.000.000	1	10.000.000
	Pemasaran	10.000.000	1	10.000.000
8.	Kepala Seksi	10.000.000	2	20.000.000
9.	Karyawan Operasional:			
	Lulusan S-1	6.000.000	10	60.000.000
	Lulusan D-3	4.000.000	15	60.000.000
	Lulusan SMA/SMK	2.500.000	20	50.000.000



10.	Sopir	2.000.000	4	8.000.000
11.	Karyawan Keamanan	2.000.000	4	8.000.000
12.	Karyawan Kebersihan	2.000.000	4	8.000.000
Total			70	405.000.000

VII.1.4 Biaya Tambahan

Pada proses ini terdapat beberapa biaya tambahan yang terdiri dari:

- Biaya kendaraan produksi
Kendaraan dibutuhkan untuk proses transportasi bahan baku atau peralatan. Biaya kendaraan yang dianggarkan yaitu Rp. 30.000.000.000
- Maintenance peralatan selama 1 bulan sekali yaitu Rp. 1.000.000

VII.1.5 Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses berjalannya sebuah produksi. Oleh karena itu, perhitungan tentang biaya bahan baku perlu diperhatikan untuk mendapatkan analisa ekonomi yang baik.

**Tabel VII.5** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Produk

No.	Keterangan	Kuantitas (unit)	Unit	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Minyak Jarak	2.456	Kg	6.822	16.754.832
2.	Methanol	549	Liter	5.875	3.225.375
3.	NaOH	9,364	Kg	10.000	93.640
4.	Phenoftalein	0,5	Gram	55.000	27.500
Total					25.013.347

Biaya per hari dengan kapasitas produksi 2.400 kg/ hari membutuhkan biaya produksi sebesar Rp. 25.013.347. dan biaya perbulan:

Biaya perbulan = Rp. 25.013.347 x 30 = Rp. 750.400.410

VII.2 Total Cost

Total cost merupakan hasil penjumlahan antara fixed cost dengan variable cost (per bulan)

VII.2.1 Fixed Cost atau Modal Tetap

Fixed cost atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan dan maintenance.

Investasi alat	Rp. 1.787.702.700
Utilitas	Rp. 50.000.000
Gaji Karyawan	Rp. 405.000.000
Maintenance	<u>Rp. 1.000.000</u>
Total	Rp. 2.213.702.700



Modal tetap (*fixed cost*) = Total + pengadaan kendaraan

Modal tetap (*fixed cost*) = Rp. 2.213.702.700 + Rp. 30.000.000

Modal tetap (*fixed cost*) = Rp. 2.273.702.700

VII.2.2 Variabel Cost

Variabel cost atau biaya variable total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variable akan berubah secara proporsional dengan perubahan volume produksi. Variable cost terdiri dari (bulan):

Biaya bahan baku per produksi Rp. 25.013.347

Biaya bahan baku per bulan Rp. 750.400.410

Nilai variable cost yang didapatkan setiap bulan yaitu Rp.

750.400.410

VII.3 Depresiasi Peralatan

Depresiasi atau dalam Bahasa akuntansi disebut sebagai penyusutan adalah penurunan nilai fisik property, mesin dan alat-alat seiring dengan waktu dan penggunaannya. Dalam konsep akuntansi, depresiasi adalah pemotongan tahunan terhadap pendapatan sebelum pajak sehingga pengaruh waktu dan penggunaan atas nilai asset dapat terwakili dalam analisa ekonomi.

Untuk menghitung depresiasi alat atau penyusutan peralatan terdapat berbagai macam metode, metode yang kami gunakan adalah *Declining Balance Methode*.

Depresiasi peralatan per tahun

$$= \left(\frac{100\%}{\text{umur ekonomis}} \times 2 \right) \times \text{Nilai investasi alat}$$

$$= \left(\frac{100\%}{5} \times 2 \right) \times \text{Rp. 1.787.702.700}$$

Depresiasi peralatan per tahun = Rp. 715.081.080

$$\text{Depresiasi peralatan per bulan} = \frac{\text{Rp. 715.081.080}}{12} = \text{Rp. 59.590.090}$$

Setelah mengetahui nilai masing-masing dari fix cost, variable cost dan depresiasi peralatan, maka selanjutnya adalah menentukan nilai total cost yaitu:



Total cost (per bulan) = depresiasi peralatan perbulan + variable cost per bulan

Total cost (per bulan) = Rp. 59.590.090 + Rp. 750.400.410

Total cost (per bulan) = Rp. 809.990.500

VII.3 Harga Penjualan

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan dibagi dengan jumlah barang yang terjual.

- Harga pokok penjualan (HPP)

$$\text{HPP} = \frac{\text{Total Cost per Bulan}}{\text{Jumlah Produk per Bulan}}$$

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp.809.990.500}}{72.000} = \text{Rp. 11.250}$$

- Harga Jual Produk

Harga jual produk adalah US\$ 3 per satuan kilogram.

Diketahui bahwa US\$ 1 = Rp. 13.371

Sehingga didapatkan harga jual produk dalam rupiah adalah Rp. 40.113

- Laba yang Diperoleh

Laba yang ingin diperoleh sebesar

Laba = Harga jual – HPP

Laba = Rp. 40.113 – Rp. 11.250

Laba = Rp. 28.863

VII.4 Break Event Point (BEP)

Break event point (BEP) adalah titik impas yang dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Dalam menentukan BEP sapat melalui metode perhitungan secara langsung atau metode perhitungan (aljabar).

Menentukan BEP dalam jumlah unit produk



$$\text{BEP} = \frac{\text{fix cost}}{P - \text{VC}}$$

$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp. 809.990.500}}{\text{Rp. 40.113} - \left(\frac{\text{Rp. 750.400.410}}{72000}\right)}$$

$$\text{BEP} = 76.579 \text{ kg}$$

Artinya perusahaan perlu menjual 76.579 kg untuk mencapai titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan 76.579 kg, maka perusahaan akan mulai memperoleh laba.

Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\text{BEP} = \frac{\text{fix cost}}{1 - \left(\frac{\text{VC}}{P}\right)}$$

$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp. 809.990.500}}{1 - \left(\frac{\frac{\text{Rp. 750.400.410}}{72000}}{\text{Rp. 40.113}}\right)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp. 1.094.318.088}$$

Artinya perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk antifoam agent senilai Rp. 1.094.318.088 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp. 1.094.318.088.

BAB VIII

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil percobaan kami adalah sebagai berikut :

1. Methyl ester termasuk dalam golongan zat-zat antifoam agent yaitu golongan asam lemak dan asam lemak ester dimana dosis asam lemak dan asam lemak ester berpengaruh terhadap inhibisi pada busa.
2. Semakin besar dosis methyl ester yang ditambahkan maka semakin cepat pula waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan foam pada teksafon.
3. Dosis penambahan methyl ester yang paling efektif untuk menurunkan foam pada teksafon adalah pada 70 ppm.
4. Methyl Ester dari Minyak Jarak memiliki sifat yang hampir sama dengan Antifoam Agent Merk “Struktol” dan methyl ester dapat digunakan sebagai Antifoam Agent.

APENDIKS A

NERACA MASSA SKALA LABORATORIUM

Komposisi minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	% Berat
Trigliserida	97,71
FFA	1,6
H ₂ O	0,69
Total	100

Komposisi trigliserida dalam minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	BM	% Berat	Rumus Molekul
Trilinoleat glyserida	878	40,2	C ₅₇ H ₉₈ O ₆
Trioleat glyserida	845	37,1	C ₅₄ H ₁₀₁ O ₆
Tripalmitat glyserida	806	17,1	C ₅₁ H ₉₈ O ₆
tristearat glyserida	890	5,6	C ₅₇ H ₁₁₀ O ₆
Total		100	

Komposisi FFA dalam minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	BM	%berat	Rumus Molekul
Asam linoleat	280	40,2	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
Asam oleat	269	37,1	C ₁₇ H ₃₃ O ₂
Asam palmitat	256	17,1	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
Asam Stearat	284	5,6	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
Total		100	

Komposisi soap stock

Komponen	BM	% berat	Rumus molekul
Sodium Linoleat	302	40,2	$C_{17}H_{31}-COONa$
Sodium Oleat	291	37,1	$C_{16}H_{32}-COONa$
Sodium Palmitat	278	17,1	$C_{15}H_{31}-COONa$
Sodium Stearat	306	5,6	$C_{17}H_{35}-COONa$
Total		100	

Komposisi methyl ester

Komponen	BM	% berat	Rumus molekul
linoleat methyl ester	294	40,2	$C_{16}H_{30}COOCH_3$
oleat methyl ester	283	37,1	$C_{16}H_{31}COOCH_3$
palmitat methyl ester	270	17,1	$C_{15}H_{31}COOCH_3$
stearat methyl ester	298	5,6	$C_{17}H_{35}COOCH_3$
Total		100	

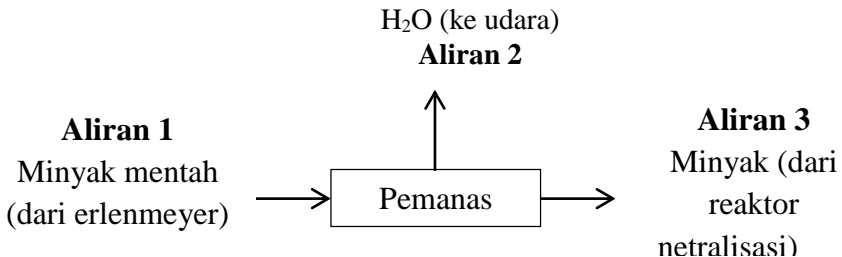
1. Pemanas Listrik

Fungsi : untuk menghilangkan H_2O dalam minyak

Kondisi operasi : T = $100^{\circ}C$

P = Atmosfer

Waktu = 30 menit



Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Minyak setelah dipanaskan = 2.495.500

Aliran 1 (Dari erlenmeyer)

Komponen bahan masuk : minyak

DE-WATERING				
Aliran 1 (aliran awal yang masuk dr erlenmeyer)				
komposisi bahan masuk : minyak				
Komponen Trigliserida	% berat			
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750	= 906260,25	gr
Tripalmitat glyserida	17,1	X 2442750	= 417710,25	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 40000	= 16080	gr
Asam oleat	37,1	X 40000	= 14840	gr
Asam palmitat	17,1	X 40000	= 6840	gr
Asam Stearat	5,6	X 40000	= 2240	gr
Total			= 40000	gr
H ₂ O	0,69	X 2500000	= 17250	gr
Total			= 17250	gr
Total aliran 1 yang masuk			= 2500000	gr
Aliran 2 (ke udara)				
H ₂ O keluar			= 17250	gr
Total			= 17250	gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Aliran 3 (Ke reaktor Netralisasi)

Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)				
komposisi bahan keluar				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750	= 906260,25	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750	= 417710,25	gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 40000	= 16080	gr
Asam oleat	37,1	X 40000	= 14840	gr
Asam palmitat	17,1	X 40000	= 6840	gr
Asam Stearat	5,6	X 40000	= 2240	gr
Total			= 40000	gr
Total Aliran 3 yang keluar			= 2482750	gr

Neraca massa pada pemanas listrik

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 1 (dari press hidrolik)		Aliran 2 (ke udara)	
Komponen TGs		H2O keluar	17250
		Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)	
Trilinoleat glyserida	981985,5		
Trioleat glyserida	906260,25	Komponen TGs	
Tripalmiat glyserida	417710,25	Trilinoleat glyserida	981985,5
Tristearat glyserida	136794	Trioleat glyserida	906260,25

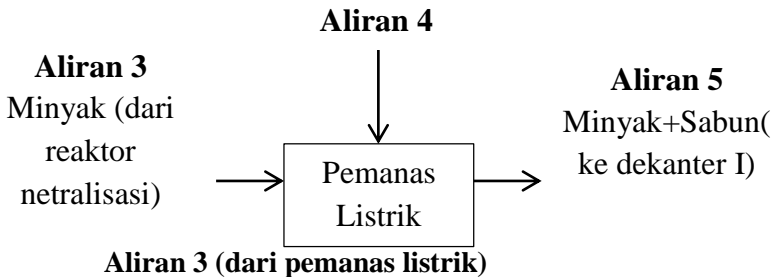
Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Komponen FFA (%)		Tripalmiat glyserida	417710,25
Asam linoleat	16080	Tristearat glyserida	136794
Asam oleat	14840	Komponen FFA (%)	
Asam palmitat	6840	Asam linoleat	16080
Asam Stearat	2240	Asam oleat	14840
H2O	17250	Asam palmitat	6840
		Asam Stearat	2240
Total	2500000		2500000

2. Reaktor Netralisasi

Fungsi : untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak

Kondisi Operasi : T = 70°C
 P = Atmosfer
 Waktu = 30 menit



Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)				
komposisi bahan keluar				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	=	981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	=	906260,25 gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	=	417710,25 gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	=	136794 gr
Total			=	2442750 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 40000 gr	= 16080	gr
Asam oleat	37,1	X 40000 gr	= 14840	gr
Asam palmitat	17,1	X 40000 gr	= 6840	gr
Asam Stearat	5,6	X 40000 gr	= 2240	gr
Total			= 40000	gr

Aliran 4 (dari erlenmeyer)

NaOH yang masuk = 4,175 N

Penambahan NaOH =

$$\frac{\text{Massa minyak}}{\text{NaOH yang dibutuhkan}} = 2482750 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Gram minyak} \times \text{kadar FFA} \times 0,142 \text{ gram} &= \\ 2482750 \times 0,016 \times 0,142 \text{ gram} &= 5640,808 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH excess} &= \text{gram minyak} \times \text{kadar excess} \\ &= 2482750 \times 0,0015 \\ &= 3724,125 \text{ gram} \end{aligned}$$

Total NaOH yang dibutuhkan : 5640,808 + 3724,125 = 9364,933 gram

Larutan NaOH yang digunakan adalah 4,175 N

Normalitas = molaritas / berat ekivalen

4,175 = molaritas / 1

Molaritas = 4,175

$$\begin{aligned} \text{Molaritas} &= \frac{\text{Gram NaOH}}{\text{BM NaOH}} \times \frac{1000}{\text{Volume}} \\ 4,175 &= \frac{\text{Gram NaOH}}{40} \times \frac{1000}{100} \end{aligned}$$

Gram NaOH = 16,7 gram

NaOH yang dibutuhkan =

$$= \frac{\text{Total NaOH yang dibutuhkan} \times \text{volume larutan NaOH yang dibuat}}{\text{massa NaOH 4,175 N}}$$

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$= \frac{9364,933 \times 100}{1,67}$$

$$= 56077,44 \text{ ml}$$

Jadi untuk menetralkan minyak sebanyak 2482750 gram dengan kadar FFA 1,6% maka dibutuhkan sebanyak 56077,44 ml larutan NaOH 4,175 N

Massa NaOH 4,175 N sebanyak 56077,4 ml adalah

$$\begin{aligned} \text{Normalitas} &= \frac{\text{Molaritas}}{\text{Berat ekuivalen}} \\ 4,175 \text{ N} &= \frac{\text{Molaritas}}{1} \\ \text{Molaritas} &= 4,175 \text{ N} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{Gram NaOH}}{\text{BM NaOH}} \times \frac{1000}{\text{Volume}} \\ 4,175 &= \frac{\text{Gram NaOH}}{40} \times \frac{1000}{56077,4} \\ \text{Gram NaOH} &= 9364,93 \text{ gr} \end{aligned}$$

Densitas NaOH 4,175 N = 1,1043 gr/ml

Volume NaOH 4,175 N = 56077,44 ml

Massa NaOH 4,175 N = 61926,32 gr

Larutan NaOH 4,175 N yang ditambahkan untuk menetralisasi minyak terdiri dari :

NaOH 9364,93 gr dan H₂O 52561,38

Aliran ke 5 (ke Dekanter I)

Komposisi bahan keluar : Trigliserida dan sabun

Komponen trigliserida (%)

Aliran 5 (Ke Dekanter)				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	= 906260,3	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	= 417710,3	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 14947 gr	= 6008,694	gr
Asam oleat	37,1	X 14947 gr	= 5545,337	gr
Asam palmitat	17,1	X 14947 gr	= 2555,937	gr
Asam Stearat	5,6	X 14947 gr	= 837,032	gr
Total			= 14947	gr

Diketahui dari percobaan :

Kadar FFA awal (sebelum percobaan) = 1,6 %

Kadar FFA akhir (setelah percobaan) = 0,6 %

Konversi reaksi = 7,5 %

Asam linoleat

BM asam linoleat = 280 gr

BM Sodium Linoleat = 302 gr

Jumlah mula-mula = 6008,694 gr

Jumlah yang bereaksi = 4506,5205 gr

Sisa = 1502,1735 gr

Jumlah mol yang bereaksi = 16,09471607 mol

Sabun yang terbentuk = 4860,604254 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

H ₂ O yang terbentuk	= 289,7048893	gr
NaOH yang bereaksi	= 643,7886429	gr

Asam oleat

BM asam Oleat	= 269	gr
BM sodium oleat	= 291	gr
Jumlah mula mula	= 5545,337	gr
Jumlah yang bereaksi	= 4159,00275	gr
Sisa	= 1386,33425	gr
Jumlah mol yang bereaksi	= 15,46097677	mol
Sabun yang terbentuk	= 4499,144239	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 278,2975818	gr
NaOH yang bereaksi	= 618,4390706	gr

Asam Palmitat

BM asam palmitat	= 256	gr
BM sodium palmitat	= 278	gr
jumlah mula mula	= 2555,937	gr
jumlah yang bereaksi	= 1916,95275	gr
sisa	= 638,98425	gr
Jumlah mol yang bereaksi	= 7,48809668	mol
sabun yang terbentuk	= 2081,690877	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 134,7857402	gr
Naoh yang bereaksi	= 299,5238672	gr

Asam Stearat

BM asam stearat	= 284	gr
BM sodium stearat	= 306	gr
jumlah mula mula	= 837,032	gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

jumlah yang bereaksi	= 627,774	gr
sisa	= 209,258	gr
Jumlah mol yang bereaksi	= 2,05154902	mol
sabun yang terbentuk	= 627,774	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 36,92788235	gr
Naoh yang bereaksi	= 82,06196078	gr
	= 1643,813541	
Total NaOH yang bereaksi	gr	
	= 7721,119459	
NaOH sisa	gr	
	= 739,7160937	
H ₂ O yang terbentuk	gr	
	= 53301,10352	
Total H ₂ O yang terbentuk	gr	

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 3 (dari pemanas listrik)		Aliran 5 (ke dekanter)	
Komponen TGs		Komponen TGs	
Trilinoleat glyserida	981985,5	Trilinoleat glyserida	981985,5
Trioleat glyserida	906260,25	Trioleat glyserida	906260,25
Tripalmiat glyserida	417710,25	Tripalmiat glyserida	417710,25
Tristearat glyserida	136794	Tristearat glyserida	136794
Komponen FFA (%)		Komponen FFA (%)	
Asam linoleat	16080	Asam linoleat	6008,694
Asam oleat	14840	Asam oleat	5545,337
Asam palmitat	6840	Asam palmitat	2555,937
Asam Stearat	2240	Asam Stearat	837,032
Aliran 4 (dari erlenmeyer)		Soap stock	
NaOH	9364,933	sodium linoleat	4860,6042
H ₂ O	52561,3874	sodium oleat	4499,1442
		sodium palmitat	2081,6908
		sodium stearat	627,774
		NaOH sisa	7721,1194
		H₂O	53301,1035
			2530788,436
		Mass Loss	13887,8840
Total	2544676,32		2544676,32

3. Dekanter I

Fungsi : untuk memisahkan trigliserida dari soap stock berdasarkan perbedaan densitas

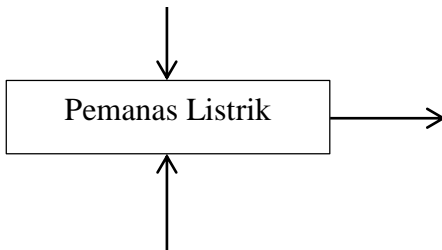
Kondisi operasi : T = Suhu ruang

P = Atmosfer

Waktu = 5 jam

Aliran 5

(minyak+sabun) dari reaktor
netralisasi



Aliran 6

Sabun (waste)

Aliran 7

Minyak murni (ke reaktor
transesterifikasi)

Aliran 5 (dari Reaktor Netralisasi)

Komposisi bahan keluar : trigliserida dan sabun

Komponen trigliserida (%)

Aliran 5 (Ke Dekanter)				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	= 906260,3	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	= 417710,3	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 14947 gr	= 6008,694	gr
Asam oleat	37,1	X 14947 gr	= 5545,337	gr
Asam palmitat	17,1	X 14947 gr	= 2555,937	gr
Asam Stearat	5,6	X 14947 gr	= 837,032	gr
Total			= 14947	gr
Sodium linoleat			= 4860,604	gr
Sodium oleat			= 4499,144	gr
Sodium palmitat			= 2081,691	gr
Sodium stearat			= 627,774	gr
Total			= 12069,21	gr
NaOH sisa =			= 7721,119	gr
Total H₂O yang terbentuk=			= 53301,1	gr
TOTAL			= 2530788	gr

Aliran 6 (Waste)

Komposisi bahan keluar

Komponen soap stock :

Aliran 6 (Waste)		
Komposisi bahan keluar		
Sodium linoleat	= 4860,604	gr
Sodium oleat	= 4499,144	gr
Sodium palmitat	= 2081,691	gr
Sodium stearat	= 627,774	gr
TOTAL	= 12069,21	gr

Aliran 7 (ke reaktor Transesterifikasi)

Komposisi bahan keluar

Aliran 7	
Trilinoleat glyserida	40,2 X 2442750 gr = 981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1 X 2442750 gr = 906260,3 gr
Tripalmiat glyserida	17,1 X 2442750 gr = 417710,3 gr
tristearat glyserida	5,6 X 2442750 gr = 136794 gr
Total	= 2442750 gr
Komponen FFA (%)	% berat
Asam linoleat	40,2 X 14947 gr = 6008,694 gr
Asam oleat	37,1 X 14947 gr = 5545,337 gr
Asam palmitat	17,1 X 14947 gr = 2555,937 gr
Asam Stearat	5,6 X 14947 gr = 837,032 gr
Total	= 14947 gr
Total Aliran 7	= 2457697 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 5 (dari reaktor netralisasi)		Aliran 6 (waste)	
Komponen TGs		Soap stock	
Trilinoleat glyserida	981985,5	sodium linoleat	4860,6042
Trioleat glyserida	906260,25	sodium oleat	4499,1442
Tripalmitat glyserida	417710,25	sodium palmitat	2081,6908
Tristearat glyserida	136794	sodium stearat	627,774
Komponen FFA (%)		NaOH sisa	7721,1194
Asam linoleat	6008,694	H₂O	53301,1035
Asam oleat	5545,337	Aliran 7	
Asam palmitat	2555,937	Komponen TGs	
Asam Stearat	837,032	Trilinoleat glyserida	981985,5
Soap stock		Trioleat glyserida	906260,25
sodium linoleat	4860,6042	Tripalmitat glyserida	417710,25
sodium oleat	4499,1442	Tristearat glyserida	136794
sodium palmitat	2081,690	Komponen FFA (%)	
sodium stearat	627,774	Asam linoleat	6008,694
NaOH sisa	7721,119	Asam oleat	5545,337
H₂O	53301,103	Asam palmitat	2555,937

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

		Asam Stearat	837,032
Total	2530788,43 6		2530788,43 6

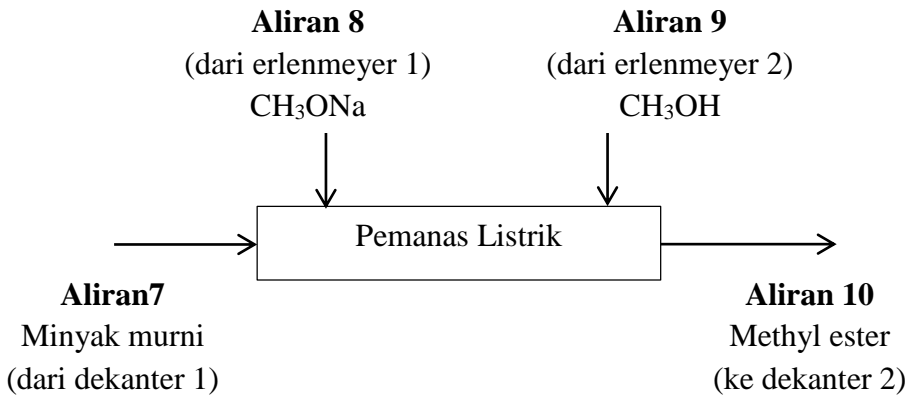
4. Reaktor Transesterifikasi

Fungsi : mengubah triglyserida menjadi methyl ester

Kondisi Operasi : T = 65°C

P = atmosfer

Waktu = 1 jam



Aliran 7 (dari Dekanter I)

Komposisi bahan masuk :

Aliran 7				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	= 906260,3	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	= 417710,3	gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)				
Asam linoleat	40,2	X 14947 gr	= 6008,694	gr
Asam oleat	37,1	X 14947 gr	= 5545,337	gr
Asam palmitat	17,1	X 14947 gr	= 2555,937	gr
Asam Stearat	5,6	X 14947 gr	= 837,032	gr
Total			= 14947	gr
Total Aliran 7			= 2457697	gr

Aliran 8 (dari erlenmeyer I)

Sodium methoksida dari reaksi antara methanol dan NaOH



$$\text{BM CH}_3\text{OH} = 32$$

$$\text{BM NaOH} = 40$$

$$\text{BM CH}_3\text{ONa} = 54$$

$$\text{BM H}_2\text{O} = 18$$

$$\text{Massa Minyak} = 2457697 \text{ gr}$$

$$\text{Densitas Minyak} = 0,9028 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Volume Minyak} = 2722305 \text{ ml}$$

Untuk 1000 minyak dibutuhkan 3,5 gram NaOH dan 20% methanol, maka :

$$\text{Massa CH}_3\text{OH yg masuk} = 491539,4 \text{ gr}$$

$$\text{Massa NaOH yang masuk} = 8601,94 \text{ gr}$$

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$\text{Mol NaOH} = 215,048 \text{ mol}$$

Pada reaksi, koefisien NaOH, CH₃OH, CH₃ONa, dan H₂O sama maka mol NaOH = CH₃OH = CH₃ONa = H₂O adalah 215,048

$$\begin{aligned} \text{Massa CH}_3\text{OH yang bereaksi} &= \text{mol CH}_3\text{OH} \times \text{BM CH}_3\text{OH} \\ &= 6881,5516 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa CH}_3\text{OH yang tersisa} &= \text{massa CH}_3\text{OH yang masuk} - \text{massa CH}_3\text{OH yang bereaksi} \\ &= 484657,8484 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{ONa yang terbentuk} &= \text{mol CH}_3\text{ONa} \times \text{BM CH}_3\text{ONa} \\ &= 11612,6183 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O yang terbentuk} &= \text{mol H}_2\text{O} \times \text{BM H}_2\text{O} \\ &= 3870,8727 \text{ gr} \end{aligned}$$

Komponen	Masuk (gr)	Komponen	Keluar (gr)
CH ₃ OH	491539,4	CH ₃ ONa	11612,61833
NaOH	8601,9395	CH ₃ OH	484657,8484
		H ₂ O terbentuk	3870,872775
Total	500141,3395		500141,3395

Aliran 9 (dari Erlenmeyer 1)Komposisi bahan masuk : methanol (CH_3OH)

Aliran 9			
Komponen Triglyserida	BM	%	BM,%
Trilinoleat glyserida	878	40,2	35295,6
Trioleat glyserida	845	37,1	31349,5
Tripalmiat glyserida	806	17,1	13782,6
Tristearat glyserida	890	5,6	4984
Total			85411,7
	BM camp		854,117
Komponen methyl ester	BM	%	
Linoleat ME	294	40,2	11818,8
Oleat ME	283	37,1	10499,3
Palmitat ME	270	17,1	4617
Stearat ME	298	5,6	1668,8
Total			28603,9
	BM camp		286,039

Methanol yang masuk menggunakan perbandingan rasio molar 1:6

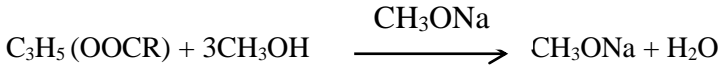
Triglyserida : Methanol = 1:6

$$\begin{aligned}
 \text{Mol triglyserida} &= \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \\
 &= \frac{2442750}{854,117} \\
 &= 2859,9711 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

Jadi CH_3OH yang dibutuhkan = 17159,8270 grMassa CH_3OH yang masuk = 549114,4656 gr

Aliran 10

Reaksi Transesterifikasi



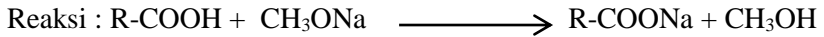
Komponen methyl ester	%	
Linoleat ME	40,2	X 2442750 gr = 981985,5 gr
Oleat ME	37,1	X 2442750 gr = 906260,3 gr
Palmitat ME	17,1	X 2442750 gr = 417710,3 gr
Stearat ME	5,6	X 2442750 gr = 136794 gr
Total		= 2442750 gr

Mol methyl ester = 8539,919 mol
 Trigliserida yang bereaksi = 2431363 gr
 Trigliserida sisa = 11386,56 gr

Komponen Trigliserida	%	
Trilinoleat glyserida	40,2	X 11386,56 gr = 4577,397 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 11386,56 gr = 4224,413 gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 11386,56 gr = 1947,102 gr
tristearat glyserida	5,6	X 11386,56 gr = 637,6473 gr

CH₃OH yang bereaksi = 273277,4 gr
 Jumlah CH₃OH setelah ditambah katalis = 1033772 gr
 CH₃OH yang tersisa = 760494,9 gr
 CH₃ONa = 11612,62 gr
 H₂O = 3870,873 gr

Soap Stock



komponen	BM	% berat	
asam linoleat	280	40,2	11256
asam oleat	269	37,1	9979,9
asam palmitat	256	17,1	4377,6
asam stearat	284	5,6	1590,4
BM campuran =			272,039
massa FFA	=		14947 gr
Jumlah mol FFA	=		54,94433 mol
jumlah CH_3ONa yang bereaksi =			2966,994 gr
sisanya CH_3ONa	=		8645,625 gr

komponen	BM	% berat	
sodium linoleat	302	40,2	12140,4
sodium oleat	291	37,1	10796,1
sodium palmitat	278	17,1	4753,8
sodium stearat	306	5,6	1713,6
BM campuran =			294,039

R-COONa yang terbentuk	16155,78 gr
CH_3OH yang terbentuk	1758,218gr

758736,7gr

CH_3OH yang tersisa

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 7 (dari Dekanter 1)		Aliran 10 (ke dekanter)	
Komponen TGs		Komponen ME	
Trilinoleat glyserida	981985,5	Linoleat ME	981985,5
Trioleat glyserida	906260,25	Oleat ME	906260,25
Tripalmitat glyserida	417710,25	Palmitat ME	417710,25
Tristearat glyserida	136794	Stearat ME	136794
Komponen FFA (%)		Glyserin	253750
Asam linoleat	6008,694	Komponen TGs	
Asam oleat	5545,337	Trilinoleat glyserida	4577,3967
Asam palmitat	2555,937	Trioleat glyserida	4224,413
Asam Stearat	837,032	Tripalmitat glyserida	1947,1016
	2457697	Tristearat glyserida	637,6473
Aliran 8 (dari erlenmeyer 1)		Total CH₃OH sisa	760494,8938
sodium methoksida	11612,6183	CH₃ONa	11612,61833
CH ₃ OH sisa	484657,8484	Soap stock	16155,7752
H ₂ O	3870,872	H₂O	3870,8727
	500141,3395		
Aliran 9 (dari erlenmeyer 2)			3500020,719
CH₃OH	549114,4656		
		Mass Loss	6932,0858
Total	3506952,805	Total	3506952,805

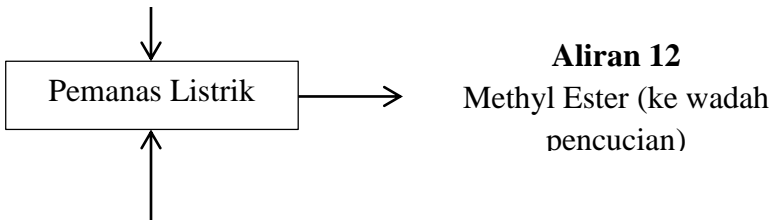
5. Dekanter II

Fungsi : untuk memisahkan methyl ester dan zat zat lainnya

Kondisi operasi : T = Kondisi ruang
P = Atmosfer
Waktu = 5 jam

Aliran 10

Methyl ester dan glyserin (dari reaktor transesterifikasi)



Aliran 11

Glycerin (waste) transesterifikasi

Aliran 12

Methyl Ester (ke wadah pencucian)

Komponen methyl ester

Linoleat ME	= 981985,5	gr
Oleat ME	= 906260,25	gr
Palmitat ME	= 417710,25	gr
Stearat ME	= 136794	gr
Glyserin	= 253750	gr

Komponen TGs

Trilinoleat glyserida	= 4577,396789	gr
Trioleat glyserida	= 4224,413454	gr
Tripalmiat glyserida	= 1947,101619	gr
Tristearat glyserida	= 637,6473138	gr
Total CH₃OH sisa	= 760494,8938	gr
CH₃ONa	= 11612,61833	gr
Soap stock	= 16155,77521	gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

H₂O	= 3870,872775	gr
Total	= 3500020,719	gr

Aliran 11 (Waste)

Komposisi bahan keluar :

Glycerin	= 253750	gr
Komponen trigliserida		
Trilinoleat glyserida	= 4577,397	gr
Trioleat glyserida	= 4224,413	gr
Tripalmiat glyserida	= 1947,102	gr
tristearat glyserida	= 637,6473	gr
Total	= 11386,56	gr
CH ₃ OH sisa	= 760494,9	gr
CH ₃ ONa	= 8645,625	gr
H ₂ O	= 3870,873	gr
Soap stock	= 16155,78	gr
Total	= 1054304	gr

Aliran 12 (ke Wadah Pencucian)

Komponen Methyl Ester

	=	gr
Linoleat ME	981985,5	
	=	gr
Oleat ME	906260,3	
	=	gr
Palmitat ME	417710,3	
Stearat ME	= 136794	gr
TOTAL	= 2442750	gr

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 10 (dari R.Transesterifikasi)		Aliran 11 (waste)	

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Komponen ME		Komponen TGs	
Linoleat ME	981985,5	Trilinoleat glyserida	4577,396789
Oleat ME	906260,25	Trioleat glyserida	4224,413454
Palmitat ME	417710,25	Tripalmiat glyserida	1947,101619
Stearat ME	136794	Tristearat glyserida	637,6473138
Glyserin	253750	Glyserin	253750
Komponen TGs		CH₃OH sisa	760494,8938
Trilinoleat glyserida	4577,396789	CH₃ONa	11612,61833
Trioleat glyserida	4224,413454	Soap stock	16155,77521
Tripalmiat glyserida	1947,101619	H₂O	3870,872775
Tristearat glyserida	637,6473138		
		Aliran 12 (ke wadah pencucian)	
Total CH₃OH sisa	760494,8938	Komponen ME	
CH₃ONa	11612,61833	Linoleat ME	981985,5
Soap stock	16155,77521	Oleat ME	906260,25
H₂O	3870,872775	Palmitat ME	417710,25
		Stearat ME	136794
	3500020,719		3500020,719
		Mass Loss	
Total		Total	

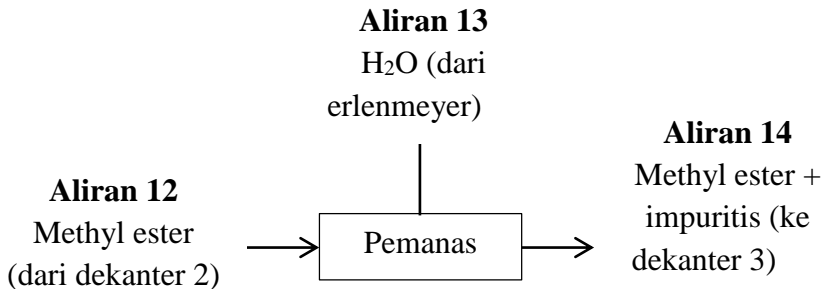
6. Wadah pencucian

Fungsi : untuk menetralkan pH sekaligus menjernihkan methyl ester

Kondisi operasi : T = Kondisi ruang

P = Atmosfer

Waktu = 12 jam



Hasil percobaan :

Bahan yang keluar dari pemurnian =

Aliran 12 (Dari Dekanter)

Komponen Methyl Ester

Linoleat ME	= 981985,5	gr
Oleat ME	= 906260,3	gr
Palmitat ME	= 417710,3	gr
Stearat ME	= 136794	gr
TOTAL	= 2442750	gr

Aliran 13 (dari Erlenmeyer)

Komposisi bahan masuk :

H₂O yang masuk adalah 50% berat methyl ester, jadi :

$$\frac{50}{100} \times 2442750 = 1221375 \text{ gr}$$

Total yang masuk = 3664125 gr

Aliran 14 (ke Dekanter III)

Komposisi bahan keluar :

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis) = 3663985 gr

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 12 (Dari Dekanter)		Aliran 14 (ke Dekanter III)	
Komponen Methyl Ester		Methyl ester + impuritis	369,4205812
Linoleat ME	981985,5		
Oleat ME	906260,3		
Palmitat ME	417710,3		
Stearat ME	136794		
Total	2442750		
Aliran 13 (dari Erlenmeyer)			
H₂O	1221375	Mass Loss	140
TOTAL	3664125		3664125

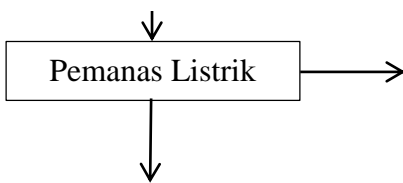
7. Dekanter III

Fungsi : untuk menetralkan pH sekaligus menjernihkan methyl ester

Kondisi operasi : T = Kondisi ruang
 P = Atmosfer
 Waktu = 12 jam

Aliran 14

Methyl ester dan Impuritis (dari wadah pencucian)



Aliran 15

Methyl Ester Murni

Aliran 16

Impuritis (waste)

Aliran 14 (dari wadah pencucian)

Komposisi bahan masuk :

Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis) = 3663985 gr

Aliran 15 (Waste) Komposisi bahan keluar:

Impuritis larut dalam air = 1221235 gr

Aliran 16

Komposisi bahan keluar :

Komponen methyl ester (%)

Linoleat ME 40,2 X 2442750 gr = 981985,5 gr

Oleat ME 37,1 X 2442750 gr = 906260,25 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Palmitat ME	17,1	X	2442750 gr	=	417710,25	gr
Stearat ME	5,6	X	2442750 gr	=	136794	gr

Masuk		Gram	Keluar	Gram
Aliran 14 (Dari Dekanter) Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis)		3663985	Aliran 15 (Waste) Impuritis larut dalam air Aliran 16 Komponen methyl ester (%) Linoleat ME Oleat ME Palmitat ME Stearat ME	1221235 981985,5 906260,25 417710,25 136794
TOTAL		3663985		3663985

NERACA MASSA SKALA INDUSTRIKomposisi minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	% Berat
Trigliserida	97,71
FFA	1,6
H ₂ O	0,69
Total	100

Komposisi trigliserida dalam minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	BM	% Berat	Rumus Molekul
Trilinoleat glyserida	878	40,2	C ₅₇ H ₉₈ O ₆
Trioleat glyserida	845	37,1	C ₅₄ H ₁₀₁ O ₆
Tripalmitat glyserida	806	17,1	C ₅₁ H ₉₈ O ₆
tristearat glyserida	890	5,6	C ₅₇ H ₁₁₀ O ₆
Total		100	

Komposisi FFA dalam minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Komponen	BM	%berat	Rumus Molekul
Asam linoleat	280	40,2	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
Asam oleat	269	37,1	C ₁₇ H ₃₃ O ₂
Asam palmitat	256	17,1	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
Asam Stearat	284	5,6	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
Total		100	

Komposisi soap stock

Komponen	BM	% berat	Rumus molekul
Sodium Linoleat	302	40,2	$C_{17}H_{31}-COONa$
Sodium Oleat	291	37,1	$C_{16}H_{32}-COONa$
Sodium Palmitat	278	17,1	$C_{15}H_{31}-COONa$
Sodium Stearat	306	5,6	$C_{17}H_{35}-COONa$
Total		100	

Komposisi methyl ester

Komponen	BM	% berat	Rumus molekul
linoleat methyl ester	294	40,2	$C_{16}H_{30}COOCH_3$
oleat methyl ester	283	37,1	$C_{16}H_{31}COOCH_3$
palmitat methyl ester	270	17,1	$C_{15}H_{31}COOCH_3$
stearat methyl ester	298	5,6	$C_{17}H_{35}COOCH_3$
Total		100	

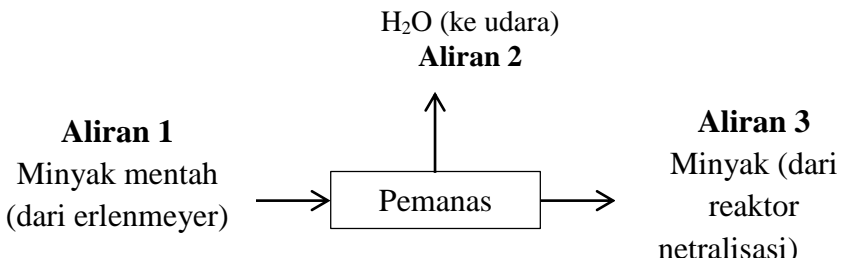
8. Pemanas Listrik

Fungsi : untuk menghilangkan H_2O dalam minyak

Kondisi operasi : T = $100^{\circ}C$

P = Atmosfer

Waktu = 30 menit



Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Minyak setelah dipanaskan = 2.495.500

Aliran 1 (Dari erlenmeyer)

Komponen bahan masuk : minyak

DE-WATERING					
Aliran 1 (aliran awal yang masuk dr erlenmeyer)					
komposisi bahan masuk : minyak					
Komponen Trigliserida	% berat				
Trilinoat glyserida	40,2	X 2442750	=	981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750	=	906260,25	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750	=	417710,25	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750	=	136794	gr
Total			=	2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat				
Asam linoleat	40,2	X 40000	=	16080	gr
Asam oleat	37,1	X 40000	=	14840	gr
Asam palmitat	17,1	X 40000	=	6840	gr
Asam Stearat	5,6	X 40000	=	2240	gr
Total			=	40000	gr
H ₂ O	0,69	X 2500000	=	17250	gr
Total			=	17250	gr
Total aliran 1 yang masuk			=	2500000	gr
Aliran 2 (ke udara)					
H ₂ O keluar			=	17250	gr
Total			=	17250	gr

Aliran 3 (Ke reaktor Netralisasi)

Aliran 3 (ke reaktor netralisasi) komposisi bahan keluar			
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750	= 981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750	= 906260,25 gr
Tripalmitat glyserida	17,1	X 2442750	= 417710,25 gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750	= 136794 gr
Total			= 2442750 gr
Komponen FFA (%)	% berat		
Asam linoleat	40,2	X 40000	= 16080 gr
Asam oleat	37,1	X 40000	= 14840 gr
Asam palmitat	17,1	X 40000	= 6840 gr
Asam Stearat	5,6	X 40000	= 2240 gr
Total			= 40000 gr
Total Aliran 3 yang keluar			= 2482750 gr

Neraca massa pada pemanas listrik

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 1 (dari press hidrolik)		Aliran 2 (ke udara)	
Komponen TGs		H ₂ O keluar	17250
Trilinoleat glyserida	981985,5	Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)	
Trioleat glyserida	906260,25	Komponen TGs	
Tripalmitat glyserida	417710,25	Trilinoleat glyserida	981985,5
Tristearat glyserida	136794	Trioleat glyserida	906260,25
Komponen FFA (%)		Tripalmitat glyserida	417710,25

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Asam linoleat	16080	Tristearat glyserida	136794
Asam oleat	14840	Komponen FFA (%)	
Asam palmitat	6840	Asam linoleat	16080
Asam Stearat	2240	Asam oleat	14840
H₂O	17250	Asam palmitat	6840
		Asam Stearat	2240
Total	2500000		2500000

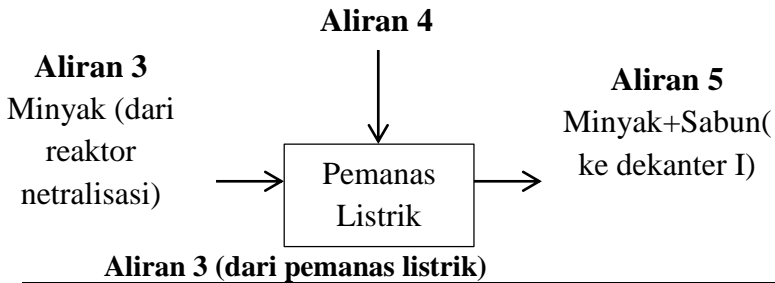
9. Reaktor Netralisasi

Fungsi : untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak

Kondisi Operasi : T = 70°C

P = Atmosfer

Waktu = 30 menit



Aliran 3 (ke reaktor netralisasi)				
komposisi bahan keluar				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	=	981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	=	906260,25 gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	=	417710,25 gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	=	136794 gr
Total			=	2442750 gr
Komponen FFA (%)	%	berat		

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Asam linoleat	40,2	X 40000 gr	= 16080	gr
Asam oleat	37,1	X 40000 gr	= 14840	gr
Asam palmitat	17,1	X 40000 gr	= 6840	gr
Asam Stearat	5,6	X 40000 gr	= 2240	gr
Total			= 40000	gr

Aliran 4 (dari erlenmeyer)

NaOH yang masuk = 4,175 N

Penambahan NaOH =

$$\frac{\text{Massa minyak}}{\text{NaOH yang dibutuhkan}} = 2482750 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Gram minyak} \times \text{kadar FFA} \times 0,142 \text{ gram} &= \\ 2482750 \times 0,016 \times 0,142 \text{ gram} &= 5640,808 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH excess} &= \text{gram minyak} \times \text{kadar excess} \\ &= 2482750 \times 0,0015 \\ &= 3724,125 \text{ gram} \end{aligned}$$

Total NaOH yang dibutuhkan : 5640,808 + 3724,125 = 9364,933 gram

Larutan NaOH yang digunakan adalah 4,175 N

Normalitas = molaritas / berat ekivalen

4,175 = molaritas / 1

Molaritas = 4,175

$$\begin{aligned} \text{Molaritas} &= \frac{\text{Gram NaOH}}{\text{BM NaOH}} \times \frac{1000}{\text{Volume}} \\ 4,175 &= \frac{\text{Gram NaOH}}{40} \times \frac{1000}{100} \end{aligned}$$

Gram NaOH = 16,7 gram

NaOH yang dibutuhkan =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total NaOH yang dibutuhkan} \times \text{volume larutan NaOH yang dibuat}}{\text{massa NaOH 4,175 N}} \\ &= \frac{9364,933 \times 100}{1,67} \end{aligned}$$

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$= 56077,44 \text{ ml}$$

Jadi untuk menetralkan minyak sebanyak 2482750 gram dengan kadar FFA 1,6% maka dibutuhkan sebanyak 56077,44 ml larutan NaOH 4,175 N

Massa NaOH 4,175 N sebanyak 56077,4 ml adalah

$$\begin{aligned} \text{Normalitas} &= \frac{\text{Molaritas}}{\text{Berat ekuivalen}} \\ 4,175 \text{ N} &= \frac{\text{Molaritas}}{1} \\ \text{Molaritas} &= 4,175 \text{ N} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{Gram NaOH}}{\text{BM NaOH}} \times \frac{1000}{\text{Volume}} \\ 4,175 &= \frac{\text{Gram NaOH}}{40} \times \frac{1000}{56077,4} \\ \text{Gram NaOH} &= 9364,93 \text{ gr} \end{aligned}$$

Densitas NaOH 4,175 N = 1,1043 gr/ml

Volume NaOH 4,175 N = 56077,44 ml

Massa NaOH 4,175 N = 61926,32 gr

Larutan NaOH 4,175 N yang ditambahkan untuk menetralisasi minyak terdiri dari :

NaOH 9364,93 gr dan H₂O 52561,38

Aliran ke 5 (ke Dekanter I)

Komposisi bahan keluar : Triglicerida dan sabun

Komponen triglicerida (%)

Aliran 5 (Ke Dekanter)				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	= 906260,3	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	= 417710,3	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Komponen FFA (%)	% berat
Asam linoleat	40,2 X 14947 gr = 6008,694 gr
Asam oleat	37,1 X 14947 gr = 5545,337 gr
Asam palmitat	17,1 X 14947 gr = 2555,937 gr
Asam Stearat	5,6 X 14947 gr = 837,032 gr
Total	= 14947 gr

Diketahui dari percobaan :

Kadar FFA awal (sebelum percobaan) = 1,6 %

Kadar FFA akhir (setelah percobaan) = 0,6 %

Konversi reaksi = 7,5 %

Asam linoleat

BM asam linoleat = 280 gr

BM Sodium Linoleat = 302 gr

Jumlah mula-mula = 6008,694 gr

Jumlah yang bereaksi = 4506,5205 gr

Sisa = 1502,1735 gr

Jumlah mol yang bereaksi = 16,09471607 mol

Sabun yang terbentuk = 4860,604254 gr

H₂O yang terbentuk = 289,7048893 gr

NaOH yang bereaksi = 643,7886429 gr

Asam oleat

BM asam Oleat = 269 gr

BM sodium oleat = 291 gr

Jumlah mula mula = 5545,337 gr

Jumlah yang bereaksi = 4159,00275 gr

Sisa = 1386,33425 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Jumlah mol yang bereaksi	= 15,46097677	mol
Sabun yang terbentuk	= 4499,144239	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 278,2975818	gr
NaOH yang bereaksi	= 618,4390706	gr

Asam Palmitat

BM asam palmitat	= 256	gr
BM sodium palmitat	= 278	gr
jumlah mula mula	= 2555,937	gr
jumlah yang bereaksi	= 1916,95275	gr
sisa	= 638,98425	gr
Jumlah mol yang bereaksi	= 7,48809668	mol
sabun yang terbentuk	= 2081,690877	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 134,7857402	gr
Naoh yang bereaksi	= 299,5238672	gr

Asam Stearat

BM asam stearat	= 284	gr
BM sodium stearat	= 306	gr
jumlah mula mula	= 837,032	gr
jumlah yang bereaksi	= 627,774	gr
sisa	= 209,258	gr
Jumlah mol yang bereaksi	= 2,05154902	mol
sabun yang terbentuk	= 627,774	gr
H ₂ O yang terbentuk	= 36,92788235	gr
Naoh yang bereaksi	= 82,06196078	gr

	= 1643,813541	
Total NaOH yang bereaksi	gr	
	= 7721,119459	
NaOH sisa	gr	

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

	= 739,7160937
H ₂ O yang terbentuk	gr
	= 53301,10352
Total H ₂ O yang terbentuk	gr

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 3 (dari pemanas listrik)		Aliran 5 (ke dekanter)	
Komponen TGs		Komponen TGs	
Trilinoleat glyserida	981985,5	Trilinoleat glyserida	981985,5
Trioleat glyserida	906260,25	Trioleat glyserida	906260,25
Tripalmiat glyserida	417710,25	Tripalmiat glyserida	417710,25
Tristearat glyserida	136794	Tristearat glyserida	136794
Komponen FFA (%)		Komponen FFA (%)	
Asam linoleat	16080	Asam linoleat	6008,694
Asam oleat	14840	Asam oleat	5545,337
Asam palmitat	6840	Asam palmitat	2555,937
Asam Stearat	2240	Asam Stearat	837,032
Aliran 4 (dari erlenmeyer)		Soap stock	
NaOH	9364,933	sodium linoleat	4860,6042
H ₂ O	52561,3874	sodium oleat	4499,1442
		sodium palmitat	2081,6908

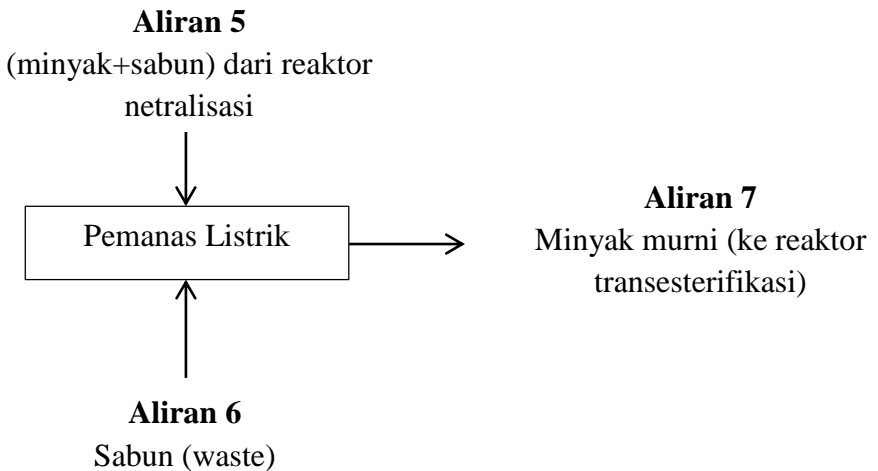
Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

		sodium stearat	627,774
		NaOH sisa	7721,1194
		H₂O	53301,1035
			2530788,436
		Mass Loss	13887,8840
Total	2544676,32		2544676,32

10. Dekanter I

Fungsi : untuk memisahkan trigliserida dari soap stock
berdasarkan perbedaan densitas

Kondisi operasi : T = Suhu ruang
P = Atmosfer
Waktu = 5 jam



Aliran 5 (dari Reaktor Netralisasi)

Komposisi bahan keluar : trigliserida dan sabun

Komponen trigliserida (%)

Aliran 5 (Ke Dekanter)				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	= 981985,5	gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	= 906260,3	gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	= 417710,3	gr
Tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	= 136794	gr
Total			= 2442750	gr
Komponen FFA (%)	% berat			
Asam linoleat	40,2	X 14947 gr	= 6008,694	gr
Asam oleat	37,1	X 14947 gr	= 5545,337	gr
Asam palmitat	17,1	X 14947 gr	= 2555,937	gr
Asam Stearat	5,6	X 14947 gr	= 837,032	gr
Total			= 14947	gr
Sodium linoleat			= 4860,604	gr
Sodium oleat			= 4499,144	gr
Sodium palmitat			= 2081,691	gr
Sodium stearat			= 627,774	gr
Total			= 12069,21	gr
NaOH sisa =			= 7721,119	gr
Total H₂O yang terbentuk=			= 53301,1	gr
TOTAL			= 2530788	gr

Aliran 6 (Waste)

Komposisi bahan keluar

Komponen soap stock :

Aliran 6 (Waste)		
Komposisi bahan keluar		
Sodium linoleat	= 4860,604	gr
Sodium oleat	= 4499,144	gr
Sodium palmitat	= 2081,691	gr
Sodium stearat	= 627,774	gr
TOTAL	= 12069,21	gr

Aliran 7 (ke reaktor Transesterifikasi)

Komposisi bahan keluar

Aliran 7	
Trilinoleat glyserida	40,2 X 2442750 gr = 981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1 X 2442750 gr = 906260,3 gr
Tripalmiat glyserida	17,1 X 2442750 gr = 417710,3 gr
tristearat glyserida	5,6 X 2442750 gr = 136794 gr
Total	= 2442750 gr
Komponen FFA (%)	% berat
Asam linoleat	40,2 X 14947 gr = 6008,694 gr
Asam oleat	37,1 X 14947 gr = 5545,337 gr
Asam palmitat	17,1 X 14947 gr = 2555,937 gr
Asam Stearat	5,6 X 14947 gr = 837,032 gr
Total	= 14947 gr
Total Aliran 7	= 2457697 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 5 (dari reaktor netralisasi)		Aliran 6 (waste)	
Komponen TGs		Soap stock	
Trilinoleat glyserida	981985,5	sodium linoleat	4860,6042
Trioleat glyserida	906260,25	sodium oleat	4499,1442
Tripalmitat glyserida	417710,25	sodium palmitat	2081,6908
Tristearat glyserida	136794	sodium stearat	627,774
Komponen FFA (%)		NaOH sisa	7721,1194
Asam linoleat	6008,694	H₂O	53301,1035
Asam oleat	5545,337	Aliran 7	
Asam palmitat	2555,937	Komponen TGs	
Asam Stearat	837,032	Trilinoleat glyserida	981985,5
Soap stock		Trioleat glyserida	906260,25
sodium linoleat	4860,6042	Tripalmitat glyserida	417710,25
sodium oleat	4499,1442	Tristearat glyserida	136794
sodium palmitat	2081,690	Komponen FFA (%)	
sodium stearat	627,774	Asam linoleat	6008,694
NaOH sisa	7721,119	Asam oleat	5545,337
H₂O	53301,103	Asam palmitat	2555,937

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

		Asam Stearat	837,032
Total	2530788,43 6		2530788,43 6

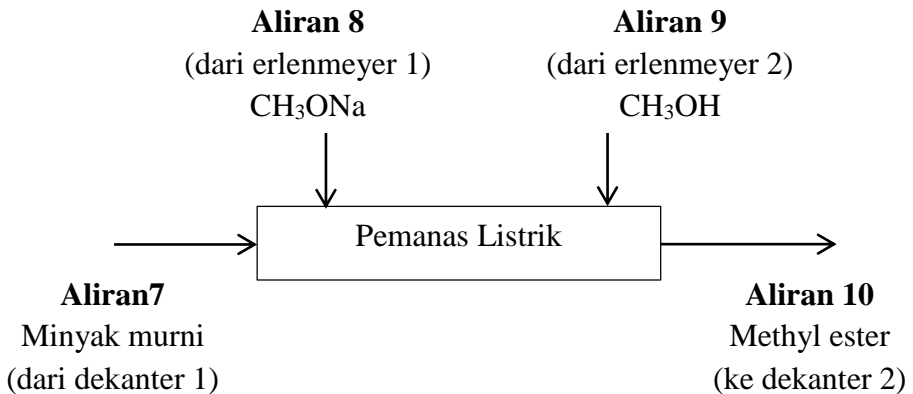
11. Reaktor Transesterifikasi

Fungsi : mengubah triglyserida menjadi methyl ester

Kondisi Operasi : T = 65°C

P = atmosfer

Waktu = 1 jam



Aliran 7 (dari Dekanter I)

Komposisi bahan masuk :

Aliran 7				
Trilinoleat glyserida	40,2	X 2442750 gr	=	981985,5 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 2442750 gr	=	906260,3 gr
Tripalmiat glyserida	17,1	X 2442750 gr	=	417710,3 gr
tristearat glyserida	5,6	X 2442750 gr	=	136794 gr
Total			=	2442750 gr
Komponen FFA (%)				
Asam linoleat	40,2	X 14947 gr	=	6008,694 gr
Asam oleat	37,1	X 14947 gr	=	5545,337 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Asam palmitat	17,1 X 14947 gr	= 2555,937	gr
Asam Stearat	5,6 X 14947 gr	= 837,032	gr
Total		= 14947	gr
Total Aliran 7		= 2457697	gr

Aliran 8 (dari erlenmeyer I)

Sodium methoksida dari reaksi antara methanol dan NaOH



$$\text{BM CH}_3\text{OH} = 32$$

$$\text{BM NaOH} = 40$$

$$\text{BM CH}_3\text{ONa} = 54$$

$$\text{BM H}_2\text{O} = 18$$

$$\text{Massa Minyak} = 2457697 \text{ gr}$$

$$\text{Densitas Minyak} = 0,9028 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Volume Minyak} = 2722305 \text{ ml}$$

Untuk 1000 minyak dibutuhkan 3,5 gram NaOH dan 20% methanol, maka :

$$\text{Massa CH}_3\text{OH yg masuk} = 491539,4 \text{ gr}$$

$$\text{Massa NaOH yang masuk} = 8601,94 \text{ gr}$$

$$\text{Mol NaOH} = 215,048 \text{ mol}$$

Pada reaksi, koefisien NaOH, CH₃OH, CH₃ONa, dan H₂O sama maka

mol NaOH = CH₃OH = CH₃ONa = H₂O adalah 215,048

$$\begin{aligned} \text{Massa CH}_3\text{OH yang bereaksi} &= \text{mol CH}_3\text{OH} \times \text{BM CH}_3\text{OH} \\ &= 6881,5516 \text{ gr} \end{aligned}$$

Massa CH₃OH yang tersisa = massa CH₃OH yang masuk - massa CH₃OH yang bereaksi

$$= 484657,8484 \text{ gr}$$

$$\text{CH}_3\text{ONa yang terbentuk} = \text{mol CH}_3\text{ONa} \times \text{BM CH}_3\text{ONa}$$

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

$$= 11612,6183 \text{ gr}$$

$$\text{H}_2\text{O yang terbentuk} = \text{mol H}_2\text{O} \times \text{BM H}_2\text{O}$$

$$= 3870,8727 \text{ gr}$$

Komponen	Masuk (gr)	Komponen	Keluar (gr)
CH ₃ OH	491539,4	CH ₃ ONa	11612,61833
NaOH	8601,9395	CH ₃ OH	484657,8484
		H ₂ O terbentuk	3870,872775
Total	500141,3395		500141,3395

Aliran 9 (dari Erlenmeyer 1)

Komposisi bahan masuk : methanol (CH₃OH)

Aliran 9			
Komponen Triglyserida	BM	%	BM,%
Trilinoat glyserida	878	40,2	35295,6
Trioleat glyserida	845	37,1	31349,5
Tripalmitat glyserida	806	17,1	13782,6
Tristearat glyserida	890	5,6	4984
Total			85411,7
	BM camp		854,117
Komponen methyl ester	BM	%	
Linoleat ME	294	40,2	11818,8
Oleat ME	283	37,1	10499,3
Palmitat ME	270	17,1	4617
Stearat ME	298	5,6	1668,8
Total			28603,9
	BM camp		286,039

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Methanol yang masuk menggunakan perbandingan rasio molar 1:6

Triglyserida : Methanol = 1:6

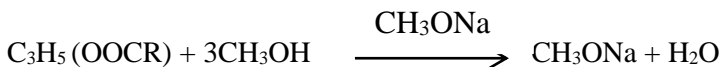
$$\begin{aligned}\text{Mol triglyserida} &= \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \\ &= \frac{2442750}{854,117} \\ &= 2859,9711 \text{ mol}\end{aligned}$$

Jadi CH_3OH yang dibutuhkan = 17159,8270 gr

Massa CH_3OH yang masuk = 549114,4656 gr

Aliran 10

Reaksi Transesterifikasi



Komponen methyl ester	%	
Linoleat ME	40,2	X 2442750 gr = 981985,5 gr
Oleat ME	37,1	X 2442750 gr = 906260,3 gr
Palmitat ME	17,1	X 2442750 gr = 417710,3 gr
Stearat ME	5,6	X 2442750 gr = 136794 gr
Total		= 2442750 gr

Mol methyl ester = 8539,919 mol

Triglyserida yang bereaksi = 2431363 gr

Triglyserida sisa = 11386,56 gr

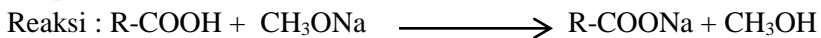
Komponen Triglyserida	%	
Trilinoleat glyserida	40,2	X 11386,56 gr = 4577,397 gr
Trioleat glyserida	37,1	X 11386,56 gr = 4224,413 gr
Tripalmitat glyserida	17,1	X 11386,56 gr = 1947,102 gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

tristearat glyserida	5,6 X 11386,56 gr = 637,6473 gr
----------------------	---------------------------------

CH ₃ OH yang bereaksi	= 273277,4 gr
Jumlah CH ₃ OH setelah ditambah katalis	= 1033772 gr
CH ₃ OH yang tersisa	= 760494,9 gr
CH ₃ ONa	= 11612,62 gr
H ₂ O	= 3870,873 gr

Soap Stock



komponen	BM	% berat	
asam linoleat	280	40,2	11256
asam oleat	269	37,1	9979,9
asam palmitat	256	17,1	4377,6
asam stearat	284	5,6	1590,4
BM campuran =			272,039

massa FFA	=	14947 gr
Jumlah mol FFA	=	54,94433 mol
jumlah CH ₃ ONa yang bereaksi =		2966,994 gr
sisanya CH ₃ ONa	=	8645,625 gr

komponen	BM	% berat	
sodium linoleat	302	40,2	12140,4
sodium oleat	291	37,1	10796,1
sodium palmitat	278	17,1	4753,8
sodium stearat	306	5,6	1713,6

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

BM campuran = 294,039

R-COONa yang terbentuk 16155,78 gr

CH₃OH yang terbentuk 1758,218gr

758736,7gr

CH₃OH yang tersisa

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 7 (dari Dekanter 1)		Aliran 10 (ke dekanter)	
Komponen TGs		Komponen ME	
Trilinoat glyserida	981985,5	Linoleat ME	981985,5
Trioleat glyserida	906260,25	Oleat ME	906260,25
Tripalmiat glyserida	417710,25	Palmitat ME	417710,25
Tristearat glyserida	136794	Stearat ME	136794
Komponen FFA (%)		Glyserin	253750
Asam linoleat	6008,694	Komponen TGs	
Asam oleat	5545,337	Trilinoat glyserida	4577,3967
Asam palmitat	2555,937	Trioleat glyserida	4224,413
Asam Stearat	837,032	Tripalmiat glyserida	1947,1016
	2457697	Tristearat glyserida	637,6473
Aliran 8 (dari erlenmeyer 1)		Total CH₃OH sisa	760494,893

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

sodium methoksida	11612,6183	CH₃ONa	11612,6183
CH ₃ OH sisa	484657,8484	Soap stock	16155,7752
H ₂ O	3870,872	H₂O	3870,8727
	500141,3395		
Aliran 9 (dari erlenmeyer 2)			3500020,71
CH ₃ OH	549114,4656		
		Mass Loss	6932,0858
Total	3506952,805	Total	3506952,8

12. Dekanter II

Fungsi : untuk memisahkan methyl ester dan zat zat lainnya

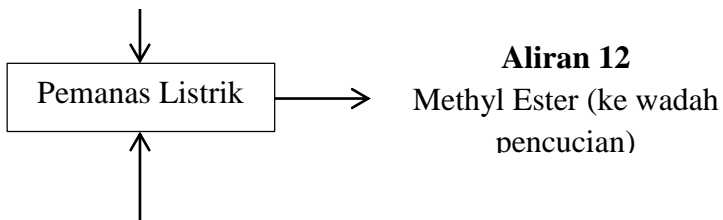
Kondisi operasi : T = Kondisi ruang

P = Atmosfer

Waktu = 5 jam

Aliran 10

Methyl ester dan glyserin (dari reaktor transesterifikasi)



Aliran 11

Glyserin (waste)

Aliran 10 (dari Reaktor Transesterifikasi)

Komposisi bahan masuk :

Komponen methyl ester

Linoleat ME	= 981985,5	gr
Oleat ME	= 906260,25	gr
Palmitat ME	= 417710,25	gr
Stearat ME	= 136794	gr
Glyserin	= 253750	gr

Komponen TGs

Trilinoleat glyserida	= 4577,396789	gr
Trioleat glyserida	= 4224,413454	gr
Tripalmiat glyserida	= 1947,101619	gr
Tristearat glyserida	= 637,6473138	gr
Total CH₃OH sisa	= 760494,8938	gr
CH₃ONa	= 11612,61833	gr
Soap stock	= 16155,77521	gr
H₂O	= 3870,872775	gr
Total	= 3500020,719	gr

Aliran 11 (Waste)

Komposisi bahan keluar :

Glyserin	= 253750	gr
Komponen trigliserida		
Trilinoleat glyserida	= 4577,397	gr
Trioleat glyserida	= 4224,413	gr

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Tripalmiat glyserida	=	1947,102	gr
tristearat glyserida	=	637,6473	gr
Total	=	11386,56	gr
CH ₃ OH sisa	=	760494,9	gr
CH ₃ ONa	=	8645,625	gr
H ₂ O	=	3870,873	gr
Soap stock	=	16155,78	gr
Total	=	1054304	gr

Aliran 12 (ke Wadah Pencucian)

Komponen Methyl Ester

	=	gr
Linoleat ME	981985,5	
	=	gr
Oleat ME	906260,3	
	=	gr
Palmitat ME	417710,3	
Stearat ME	= 136794	gr
TOTAL	= 2442750	gr

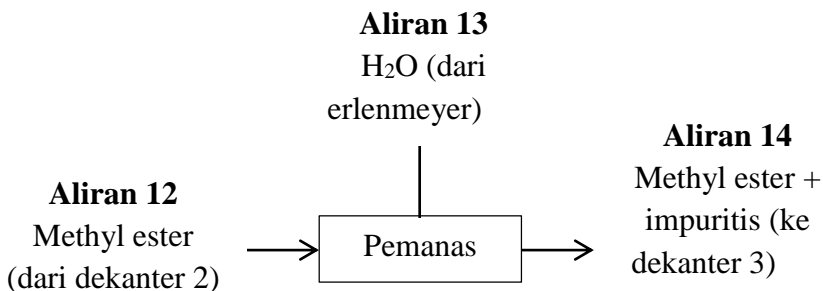
Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 10 (dari R. Transesterifikasi)		Aliran 11 (waste)	
Komponen ME		Komponen TGs	
Linoleat ME	981985,5	Trilinoleat glyserida	4577,396789
Oleat ME	906260,25	Trioleat glyserida	4224,413454
Palmitat ME	417710,25	Tripalmiat glyserida	1947,101619
Stearat ME	136794	Tristearat glyserida	637,6473138
Glycerin	253750	Glycerin	253750
Komponen TGs		CH₃OH sisa	760494,8938

Trilinoeat glyserida	4577,396789	CH₃ONa	11612,61833
Trioleat glyserida	4224,413454	Soap stock	16155,77521
Tripalmiat glyserida	1947,101619	H₂O	3870,872775
Tristearat glyserida	637,6473138		
Total CH₃OH sisa	760494,8938	Aliran 12 (ke wadah pencucian)	
CH₃ONa	11612,61833	Komponen ME	
Soap stock	16155,77521	Linoleat ME	981985,5
H₂O	3870,872775	Oleat ME	906260,25
		Palmitat ME	417710,25
		Stearat ME	136794
	3500020,719		3500020,719
		Mass Loss	
Total		Total	

13. Wadah pencucian

Fungsi : untuk menetralkan pH sekaligus menjernihkan methyl ester

Kondisi operasi : T = Kondisi ruang
P = Atmosfer
Waktu = 12 jam



Hasil percobaan :

Bahan yang keluar dari pemurnian =

Aliran 12 (Dari Dekanter)

Komponen Methyl Ester

Linoleat ME	= 981985,5	gr
Oleat ME	= 906260,3	gr
Palmitat ME	= 417710,3	gr
Stearat ME	= 136794	gr
TOTAL	= 2442750	gr

Aliran 13 (dari Erlenmeyer)

Komposisi bahan masuk :

H₂O yang masuk adalah 50% berat methyl ester, jadi :

$$\frac{50}{100} \times 2442750 = 1221375 \text{ gr}$$

Total yang masuk = 3664125 gr

Aliran 14 (ke Dekanter III)

Komposisi bahan keluar :

Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis) = 3663985 gr

Masuk	Gram	Keluar	Gram
Aliran 12 (Dari Dekanter)		Aliran 14 (ke Dekanter III)	
Komponen Methyl Ester		Methyl ester + impuritis	369,4205812
Linoleat ME	981985,5		
Oleat ME	906260,3		
Palmitat ME	417710,3		
Stearat ME	136794		
Total	2442750		
Aliran 13 (dari Erlenmeyer)			

H₂O	1221375	Mass Loss	140
TOTAL	3664125		3664125

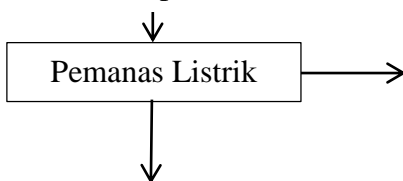
14. Dekanter III

Fungsi : untuk menetralkan pH sekaligus menjernihkan methyl ester

Kondisi operasi : T = Kondisi ruang
 P = Atmosfer
 Waktu = 12 jam

Aliran 14

Methyl ester dan Impuritis (dari wadah pencucian)



Aliran 15
Methyl Ester Murni

Aliran 16
Impuritis (waste)

Aliran 14 (dari wadah pencucian)

Appendix A – Perhitungan Neraca Massa

Komposisi bahan masuk :

Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis) = 3663985 gr

Aliran 15 (Waste) Komposisi bahan keluar:

Impuritis larut dalam air = 1221235 gr

Aliran 16

Komposisi bahan keluar :

Komponen methyl ester (%)

Linoleat ME	40,2	X	2442750 gr	=	981985,5	gr
Oleat ME	37,1	X	2442750 gr	=	906260,25	gr
Palmitat ME	17,1	X	2442750 gr	=	417710,25	gr
Stearat ME	5,6	X	2442750 gr	=	136794	gr

Masuk		Gram	Keluar	Gram
Aliran 14 (Dari Dekanter) Hasil pemurnian (methyl ester+impuritis)		3663985	Aliran 15 (Waste) Impuritis larut dalam air Aliran 16 Komponen methyl ester (%) Linoleat ME Oleat ME Palmitat ME Stearat ME	1221235 981985,5 906260,25 417710,25 136794
TOTAL		3663985		3663985

APENDIKS B

NERACA PANAS SKALA LABORATORIUM

Data perhitungan Cp:

(Coulson & Richardson's, volume 6)

Elemen	Solid	Liquid	Satuan
C	7,5	11,7	J/mol ⁰ C
H	9,6	18	J/mol ⁰ C
O	16,7	25,1	J/mol ⁰ C
AllOther	26	33,5	J/mol ⁰ C
B	11,3	19,7	J/mol ⁰ C
Si	15,9	24,3	J/mol ⁰ C
F	20,9	29,3	J/mol ⁰ C
P dan S	22,6	31	J/mol ⁰ C
Na		33,5	J/mol ⁰ C

Perhitungan Cp pada TGS :

Fatty Acid	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
Trilinoleat glyserida	57	98	6	2581,5	2,940205	0,702256
Trioleat glyserida	54	101	6	2600,4	3,077396	0,735024
Tripalmitat glyserida	51	98	6	2511,3	3,115757	0,744186
tristearat glyserida	57	110	6	2797,5	3,143258	0,750755

Perhitungan Cp pada FFA

fatty acid	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
Asam linoleat	18	32	2	836,8	2,988571	0,713808
Asam oleat	17	33	2	843,1	3,134201	0,748591
Asam palmitat	16	32	2	813,4	3,177344	0,758896
Asam Stearat	18	36	2	908,8	3,2	0,764307

Perhitungan Cp pada Methyl Ester

fatty acid	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
linoleat methyl ester	18	33	2	854,8	3,041993	0,726568
oleat methyl ester	18	34	2	872,8	3,095035	0,739237
palmitat methyl ester	17	34	2	861,1	3,189259	0,761742
stearat methyl ester	19	38	2	956,5	3,209732	0,766632

Perhitungan Cp pada Soap Stock

fatty acid	C	H	O	All other	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
Sodium Linoleat	18	31	2	1	852,3	3,054839	0,729636006
Sodium Oleat	17	32	2	1	858,6	3,203731	0,765198416
Sodium Palmitat	16	31	2	1	828,9	3,250588	0,776389998
Sodium Stearat	18	35	2	1	924,3	3,266078	0,780089604

**Cp methanol
(CH₃OH)**

	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C	BM
CH ₃ OH	1	4	1	108,8	3,4	0,812076	32

**Cp glycerin
(C₃H₅(OH)₃)**

	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C	BM
C ₃ H ₅ (OH) ₃	3	8	3	254,4	2,765217	0,660461	92

Cp Air (*geankoplis, 1997*)

T ⁰ C	cal/g ⁰ C	J/g ⁰ C
30 ⁰ C	0,9987	4,1945

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

70°C	1,0013	4,2055
100°C	1,0076	4,2319

Hv	2676,1	J/g°C
HI	419,04	J/g°C
λ	2257,06	J/g°C

Cp Sodium Methoksida

	Na	H	O	C	J/mol°C	J/g°C	cal/g°C	BM
CH ₃ O ⁻ Na	1	3	1	1	124,3	2,301852	0,549788107	54

Cp NaOH

	Na	H	O	J/mol°C	J/g°C	cal/g°C	BM
NaOH	1	1	1	76,6	1,915	0,45739	40

Perhitungan ΔH_f

Ikatan	ΔH_f (kcal/mol)
H-H	104
C=C	147
C-C	83
C-H	99
C-O	84
O-H	111
C=O	170

ΔH_f bahan

(Hougen, 1971)

	kcal/gmol
--	-----------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

NaOH	-101,99
H ₂ O	-68,3174
CH ₃ OH	173,65
Glycerin	1246

Perhitungan ΔH_f pada FFA

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
Asam linoleat	2	15	31	1	1	1	4973
Asam oleat	1	15	32	1	1	1	4925
Asam palmitat	0	15	31	1	1	1	4679
Asam Stearat	0	17	35	1	1	1	5241

Perhitungan ΔH_f pada trigliserida

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
Trilinoleat glyserida	6	47	98	6	0	3	15499
Trioleat glyserida	3	47	101	6	0	3	15355
Tripalmitat glyserida	0	47	98	6	0	3	14617
tristearat glyserida	0	53	101	6	0	3	15412

Perhitungan ΔH_f pada methyl ester

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
linoleat methyl ester	2	14	34	2	0	0	4990
oleat methyl ester	1	14	35	2	0	0	4942

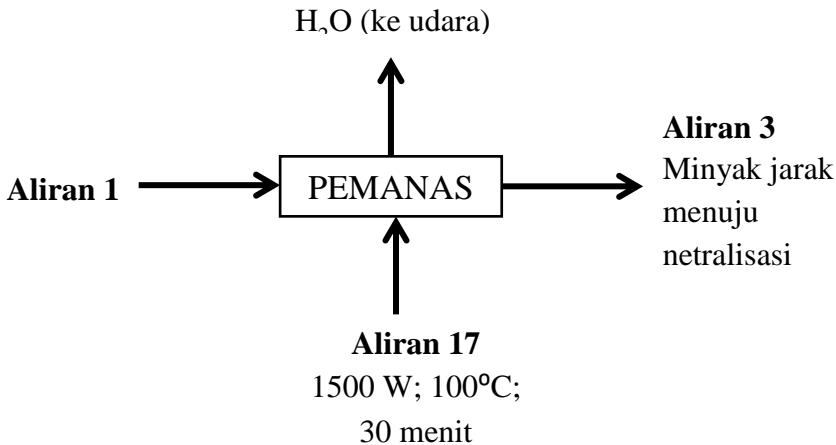
Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

palmitat methyl ester	0	14	34	2	0	0	4696
stearat methyl ester	0	16	38	2	0	0	5258

1. PEMANAS LISTRIK

fungsi : menghilangkan H₂O dalam minyak

kondisi operasi : T = 100⁰C
 P = atmosfer
 t = 30 menit



MASUK

Aliran 1

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	98,19855	0,702256206	30	5	344,8027

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Trioleat glyserida	90,626025	0,735023832	30	5	333,0614
Tripalmitat glyserida	41,771025	0,744186054	30	5	155,4271
tristearat glyserida	13,6794	0,750754702	30	5	51,34937
Komponen FFA					
Asam linoleat	1,608	0,713808331	30	5	5,739019
Asam oleat	1,484	0,748591311	30	5	5,554548
Asam palmitat	0,684	0,758895845	30	5	2,595424
Asam Stearat	0,224	0,7643072	30	5	0,856024

H₂O	1,725	0,9987	30	5	8,613788
Total					907,9994

Aliran 17

Pemanas listrik 1500 watt, 100°C, 30 menit

$$\begin{aligned}
 Q &= 1500 \text{ watt} = 1500 \\
 Q &= 1500 \times 30 \times 60 = 2700000 \\
 &= 644883,9
 \end{aligned}$$

Total Masuk	645791,9
--------------------	----------

KELUAR**Aliran 3 (menuju reaktor netralisasi)**

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram⁰C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	98,198	0,702	100	75	5172,041
Trioleat glyserida	90,626	0,735	100	75	4995,922
Tripalmiat glyserida	41,771	0,744	100	75	2331,406
tristearat glyserida	13,679	0,750	100	75	770,2405
Komponen FFA					
Asam linoleat	1,608	0,384	100	75	46,31816
Asam oleat	1,484	0,354	100	75	39,45
Asam palmitat	0,684	0,163	100	75	8,380915
Asam Stearat	0,224	0,0535	100	75	0,898825
Total					13364,66

Aliran 2**(ke udara)**

$H_{H_2O \text{ suhu } 100^{\circ}C} = (\text{massa (gram)} \times C_p \text{ (J/kg}^{\circ}C) \times T - T_{ref} \text{ (}^{\circ}C)) + (\text{massa (gram)} \times \lambda \text{ (J/gram)})$

$$= 1.725 \times 4.2319 \times 75 + 1.725 \times 2257.06$$

$$= 547.5020625 \text{ J} = 130,7686 \text{ cal}$$

Total Keluar**14425,36**

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

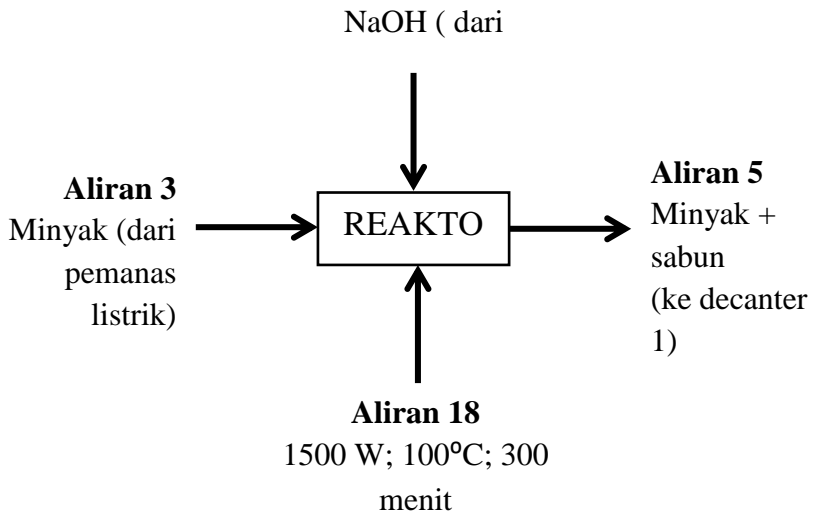
Neraca Panas pada Pemanas Listrik

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 1		Aliran 2	
Komponen Trigliserida		H ₂ O keluar	130,7686776
Trilinoleat glyserida	344,8027059	Aliran 3	
Trioleat glyserida	333,0614411	Komponen Trigliserida	
Tripalmiat glyserida	155,4270714	Trilinoleat glyserida	5172,040588
tristearat glyserida	51,34936937	Trioleat glyserida	4995,921616
Komponen FFA		Tripalmiat glyserida	2331,406071
Asam linoleat	5,739018985	tristearat glyserida	770,2405405
Asam oleat	5,554547526	Komponen FFA	
Asam palmitat	2,595423791	Asam linoleat	46,31816278
Asam Stearat	0,856024064	Asam oleat	39,45000274
H₂O	8,6137875	Asam palmitat	8,380915063
Aliran 17		Asam Stearat	0,898825267
Kompore Listrik	644883,93	Q Loss	632296.504
Total	645791,9294	Total	645791,9294

2. REAKTOR NETRALISASI

fungsi : untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak

kondisi operasi : $T = 70^{\circ}\text{C}$
 $P = \text{atmosfer}$
 $t = 5 \text{ jam}$



Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

MASUK

Aliran 3

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	98,1985	0,702	30	5	344,8027
Trioleat glyserida	90,626	0,735	30	5	333,0614
Tripalmitat glyserida	41,771	0,744	30	5	155,4271
tristearat glyserida	13,679	0,750	30	5	51,34937
Komponen FFA					
Asam linoleat	1,608	0,713	30	5	5,739
Asam oleat	1,484	0,748	30	5	5,554
Asam palmitat	0,684	0,758	30	5	2,595
Asam Stearat	0,224	0,764	30	5	0,856
Total			899,386		

Aliran 4

	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
NaOH	0,936	0,457	30	5	2,141
H ₂ O	5,256	0,9987	30	5	26,246
Total			28,388		

Aliran 18

Pemanas listrik 1500 watt, 100⁰C, 30 menit

$$\begin{aligned}
 Q &= 1500 \text{ watt} = 1500 \\
 Q &= 1500 \times 300 \times 60 = 27000000 \\
 &= 6448842 \\
 \textbf{Total Masuk} &= 6449769,774
 \end{aligned}$$

Dari reaksi $\Delta H_f \text{ reaktan}_{25}$

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
NaOH	0,0137	-101,99	-	-1397
Komponen FFA				
Asam linoleat	0,0037	4973	18,4001	18400
Asam oleat	0,0034	4925	16,745	16745
Asam palmitat	0,0016	4679	7,4864	7486,4
Asam Stearat	0,0005	5241	2,6205	2620,5
Total				43855

 $\Delta H_f \text{ produk}_{25}$

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen soap stock				
Sodium Linoleat	0,0037	5030,28	18,612036	18612
Sodium Oleat	0,0034	5164,28	17,558552	17559
Sodium Palmitat	0,0016	4736,28	7,578048	7578
Sodium Stearat	0,0005	5298,28	2,64914	2649,1
H₂O	0,0137	-68,3174	-	-935,9
Total				45462

$$\Delta H_{25} = \Delta H_f \text{ produk}_{25} - \Delta H_f \text{ reaktan}_{25} = 1607,09062$$

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

$\Delta H_{reaktan}$

	massa (gram)	Cp (cal/gram ^o C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
NaOH	0,548	0,4596	70	45	11,33374
Komponen FFA					
Asam linoleat	1,036	0,713808331	70	45	33,27774
Asam oleat	0,9146	0,748591311	70	45	30,80977
Asam palmitat	0,4096	0,758895845	70	45	13,98797
Asam Stearat	0,142	0,7643072	70	45	4,883923
Total					94,29314

ΔH_{produk}

	massa (gram)	Cp (cal/gram ^o C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Sodium Linoleat	1,0323	0,729636006	70	45	33,89415
Sodium Oleat	0,9112	0,765198416	70	45	31,3762
Sodium Palmitat	0,408	0,776389998	70	45	14,25452
Sodium Stearat	0,1415	0,780089604	70	45	4,967221
H₂O	0,2466	1,0013	70	45	11,11143
Total					95,60351

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{reaksi} &= \Delta H_{produk} + \Delta H_{25} - \Delta H_{reaktan} \\
 &= 1608,400985 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Keluar**Aliran 5 (menuju dekanter 1)**

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram⁰C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	98,19855	0,702	70	45	3103,224
Trioleat glyserida	90,626	0,735	70	45	2997,55
Tripalmitat glyserida	41,771	0,744	70	45	1398,84
tristearat glyserida	13,679	0,750	70	45	462,144
Komponen FFA					
Asam linoleat	0,6	0,713	70	45	19,3
Asam oleat	0,554	0,748	70	45	18,68
Asam palmitat	0,255	0,758	70	45	8,728
Asam Stearat	0,083	0,764	70	45	2,878
Komponen Soap Stock					
Sodium Linoleat	0,486	0,729	70	45	15,959
Sodium Oleat	0,449	0,765	70	45	15,492
Sodium Palmitat	0,208	0,776	70	45	7,272
Sodium Stearat	0,062	0,78	70	45	2,203
NaOH sisa	0,772	0,457	70	45	15,892
H₂O	5,330	1,0013	70	45	240,166
Total Keluar					8308,340
Q loss					6441461,433

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Neraca Panas pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 3		Aliran 5	
Komponen Trigliserida		Komponen Trigliserida	
Trilinoleat glyserida	344,802	Trilinoleat glyserida	3103,224
Trioleat glyserida	333,061	Trioleat glyserida	2997,55
Tripalmiat glyserida	155,427	Tripalmiat glyserida	1398,84
tristearat glyserida	51,349	tristearat glyserida	462,144
Komponen FFA		Komponen FFA	
Asam linoleat	5,739	Asam linoleat	19,301
Asam oleat	5,554	Asam oleat	18,681
Asam palmitat	2,595	Asam palmitat	8,728
Asam Stearat	0,856	Asam Stearat	2,878
		Komponen Soap Stock	
		Sodium Linoleat	15,959
		Sodium Oleat	15,492
		Sodium Palmitat	7,272
Aliran 4		Sodium Stearat	2,169
NaOH	2,141	NaOH sisa	15,892
H ₂ O	26,246	H₂O	240,166
Aliran 17			
Kompom Listrik	6448842	Q Loss	6441461,433
Total	6449769,774	Total	6449769,774

4. REAKTOR

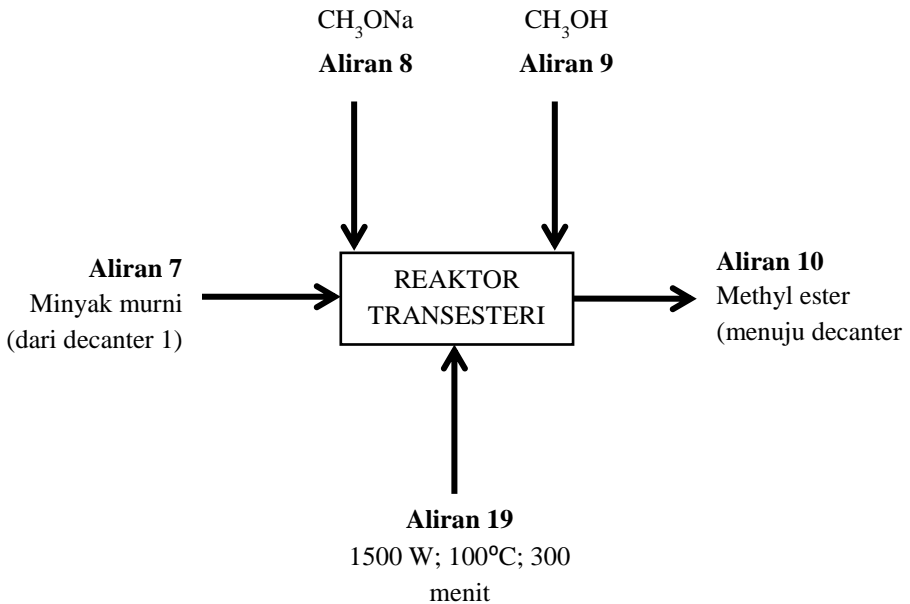
TRANSESTERIFIKASI

fungsi : untuk mengubah triglyserida menjadi methyl ester

Kondisi operasi : $T = 65^{\circ}\text{C}$

$P = \text{atmosfer}$

$t = 2 \text{ jam}$



Masuk**Aliran 7 (dari dekanter 1)**

	Massa (gram)	Cp (cal/gram⁰C)	T (⁰C)	T- Tref (⁰C)	ΔH (cal)
Komponen trigliserida					
Trilinoleat glyserida	98,1985	0,702	30	5	344,802
Trioleat glyserida	90,626	0,735	30	5	333,061
Tripalmitat glyserida	41,771	0,744	30	5	155,427
tristearat glyserida	13,679	0,750	30	5	51,349
Komponen FFA					
Asam linoleat	0,601	0,713	30	5	2,144
Asam oleat	0,554	0,748	30	5	2,075
Asam palmitat	0,255	0,758	30	5	0,969
Asam Stearat	0,083	0,764	30	5	0,319
Total				890,151	

Aliran 8 (dari erlenmeyer 1)

sodium metoksida	1,161	0,552	30	5	3,207
CH ₃ OH sisa	48,465	4,790	30	5	1160,901
H ₂ O	0,387	0,998	30	5	1,932
Total				1166,041	

Aliran 9 (dari erlenmeyer 2)

CH ₃ OH	54,91144656	4,791	30	5	1315,293
--------------------	-------------	-------	----	---	----------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Aliran 19

Pemanas listrik 1500
watt, 100°C, 30 menit

$$Q = 1500 \text{ watt} = 1500 \text{ J/s}$$

$$Q = 1500 \times 120 \times 60 = 10800000 \text{ J}$$

$$= 2579537 \text{ cal}$$

$$\text{Total Masuk} = 2582908,286 \text{ cal}$$

Dari reaksi

ΔH_f reaktan₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen trigliserida				
Trilinoleat glyserida	0,1161	15499	1799,4339	1799433,9
Trioleat glyserida	0,1071	15355	1644,5205	1644520,5
Tripalmiat glyserida	0,0494	14617	722,0798	722079,8
tristearat glyserida	0,0162	15412	249,6744	249674,4
CH ₃ OH	0,8664	173,65	150,45036	150450,36
Total				4566159

ΔH_f produk₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen Methyl Ester				
linoleat methyl ester	0,3481	5030,28	1751,040468	1751040,5
oleat methyl ester	0,3213	5164,28	1659,283164	1659283,2
palmitat methyl ester	0,1481	4736,28	701,443068	701443,07
stearat methyl ester	0,0489	5298,28	259,085892	259085,89
Glyserin	0,2888	1246	359,8448	359844,8
Total				4730697,4

$$\Delta H_{25} = \frac{\Delta H_f \text{ produk}_{25} - \Delta H_f \text{ reaktan}_{25}}{1} = 164538,43$$

$\Delta H_{\text{reaktan}}$

	massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen trigliserida					
Trilinoleat glyserida	101,9358	0,702	65	40	2863,402
Trioleat glyserida	90,4995	0,735	65	40	2660,772
Tripalmitat glyserida	39,8164	0,744	65	40	1185,232
tristearat glyserida	14,418	0,750	65	40	432,9753
CH ₃ OH	27,7248	4,791	65	40	5312,737
Total					12455,12

ΔH produk

	massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen Methyl Ester					
linoleat methyl ester	97,8161	0,726	65	40	2842,801
oleat methyl ester	90,6066	0,739	65	40	2679,189
palmitat methyl ester	39,987	0,761	65	40	1218,391
stearat methyl ester	14,5722	0,766	65	40	446,8603
Glycerin	26,5696	0,661	65	40	701,9275
Total					7889,169

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_{\text{produk}} + \Delta H_{25} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= 159972,4832 \text{ cal}\end{aligned}$$

Keluar

Aliran 10 (menuju dekanter 2)

	Massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen Methyl Ester					
linoleat methyl ester	98,198	0,726	65	40	2853,913
oleat methyl ester	90,626	0,739	65	40	2679,763
palmitat methyl ester	41,771	0,761	65	40	1272,749
stearat methyl ester	13,679	0,766	65	40	419,482
Glycerin	26,3	0,66	65	40	694,805
Komponen trigliserida					
Trilinoleat glyserida	0,457	0,702	65	40	12,858
Trioleat glyserida	0,422	0,735	65	40	12,421
Tripalmiat glyserida	0,194	0,744	65	40	5,796
tristearat glyserida	0,063	0,750	65	40	1,914
Total CH₃OH sisa	76,049	4,7906	65	40	14572,9073
CH ₃ ONa sisa	0,864	0,549	65	40	19,013
H ₂ O	0,387	1,0076	65	40	15,601
Komponen Soap Stock					
Sodium Linoleat	0,6461	0,729	65	40	18,856

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Sodium Oleat	0,5963	0,765	65	40	18,251
Sodium Palmitat	0,2748	0,776	65	40	8,534
Sodium Stearat	0,09	0,781	65	40	2,808
Total Keluar					22609,678
Q Loss					2560298,607

Neraca Panas pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 7		Aliran 5	
Komponen Triglicerida		Komponen Methyl ester	
Trilinoleat glyserida	344,802	linoleat methyl ester	2853,916
Trioleat glyserida	333,061	oleat methyl ester	2679,763
Tripalmiat glyserida	155,427	palmitat methyl ester	1272,749
tristearat glyserida	51,349	stearat methyl ester	419,482
Komponen FFA		Glycerin	694,805
Asam linoleat	2,144	Komponen Triglicerida	
Asam oleat	2,075	Trilinoleat glyserida	12,858
Asam palmitat	0,969	Trioleat glyserida	12,420
Asam Stearat	0,319	Tripalmiat glyserida	5,796
Aliran 8		tristearat glyserida	1,914
sodium metoksida	3,207	Total CH₃OH sisa	14572,907
CH ₃ OH sisa	1160,901	CH₃ONa sisa	19,013
H ₂ O	1,932	Komponen Soap Stock	48,450
Aliran 9		H₂O	16,385
CH ₃ OH	1315,293		
Aliran 17			
Kompur Listrik	2579536,8		
		Q Loss	2560298,607
Total	2582908,286	Total	2582908,286

NERACA PANAS SKALA INDUSTRI

Data perhitungan Cp:

(Coulson & Richardson's, volume 6)

Elemen	Solid	Liquid	Satuan
C	7,5	11,7	J/mol ⁰ C
H	9,6	18	J/mol ⁰ C
O	16,7	25,1	J/mol ⁰ C
AllOther	26	33,5	J/mol ⁰ C
B	11,3	19,7	J/mol ⁰ C
Si	15,9	24,3	J/mol ⁰ C
F	20,9	29,3	J/mol ⁰ C
P dan S	22,6	31	J/mol ⁰ C
Na		33,5	J/mol ⁰ C

Perhitungan Cp pada TGS :

Fatty Acid	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
Trilinoleat glyserida	57	98	6	2581,5	2,940	0,702
Trioleat glyserida	54	101	6	2600,4	3,077	0,735
Tripalmiat glyserida	51	98	6	2511,3	3,115	0,744
tristearat glyserida	57	110	6	2797,5	3,143	0,750

Perhitungan Cp pada FFA

fatty acid	C	H	O	J/mol ⁰ C	J/g ⁰ C	cal/g ⁰ C
Asam linoleat	18	32	2	836,8	2,988	0,713
Asam oleat	17	33	2	843,1	3,134	0,748
Asam palmitat	16	32	2	813,4	3,177	0,758
Asam Stearat	18	36	2	908,8	3,2	0,764

Perhitungan Cp pada Methyl Ester

fatty acid	C	H	O	J/mol⁰C	J/g⁰C	cal/g⁰C
linoleat methyl ester	18	33	2	854,8	3,041993	0,726
oleat methyl ester	18	34	2	872,8	3,095035	0,739
palmitat methyl ester	17	34	2	861,1	3,189259	0,761
stearat methyl ester	19	38	2	956,5	3,209732	0,766

Perhitungan Cp pada Soap Stock

fatty acid	C	H	O	All other	J/mol⁰C	J/g⁰C	cal/g⁰C
Sodium Linoleat	18	31	2	1	852,3	3,054	0,729
Sodium Oleat	17	32	2	1	858,6	3,203	0,765
Sodium Palmitat	16	31	2	1	828,9	3,250	0,776
Sodium Stearat	18	35	2	1	924,3	3,266	0,780

Cp**methanol****(CH₃OH)**

	C	H	O	J/mol⁰C	J/g⁰C	cal/g⁰C	BM
CH ₃ OH	1	4	1	108,8	3,4	0,812076	32

Cp glyserin**(C₃H₅(OH)₃)**

	C	H	O	J/mol⁰C	J/g⁰C	cal/g⁰C	BM
C ₃ H ₅ (OH) ₃	3	8	3	254,4	2,765217	0,660461	92

Cp Air (*geankoplis, 1997*)

T⁰C	cal/g⁰C	J/g⁰C
-----------------------	---------------------------	-------------------------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

30°C	0,9987	4,1945
70°C	1,0013	4,2055
100°C	1,0076	4,2319

H _v	2676,1	J/g°C
H _i	419,04	J/g°C
λ	2257,06	J/g°C

Cp Sodium Methoksida

	Na	H	O	C	J/mol°C	J/g°C	cal/g°C	BM
CH ₃ O`Na	1	3	1	1	124,3	2,301	0,549	54

Cp NaOH

	Na	H	O	J/mol°C	J/g°C	cal/g°C	BM
NaOH	1	1	1	76,6	1,915	0,45739	40

Perhitungan ΔH_f

Ikatan	ΔH _f (kcal/mol)
H-H	104
C=C	147
C-C	83
C-H	99
C-O	84
O-H	111
C=O	170

ΔH_f bahan (Hougen, 1971)

	kcal/gmol
--	-----------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

NaOH	-101,99
H ₂ O	-68,3174
CH ₃ OH	173,65
Glyserin	1246

Perhitungan ΔH_f pada FFA

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
Asam linoleat	2	15	31	1	1	1	4973
Asam oleat	1	15	32	1	1	1	4925
Asam palmitat	0	15	31	1	1	1	4679
Asam Stearat	0	17	35	1	1	1	5241

Perhitungan ΔH_f pada trigliserida

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
Trilinoleat glyserida	6	47	98	6	0	3	15499
Trioleat glyserida	3	47	101	6	0	3	15355
Tripalmiat glyserida	0	47	98	6	0	3	14617
tristearat glyserida	0	53	101	6	0	3	15412

Perhitungan ΔH_f pada methyl ester

	C=C	C-C	C-H	C-O	O-H	C=O	ΔH_f (kcal/mol)
linoleat methyl ester	2	14	34	2	0	0	4990

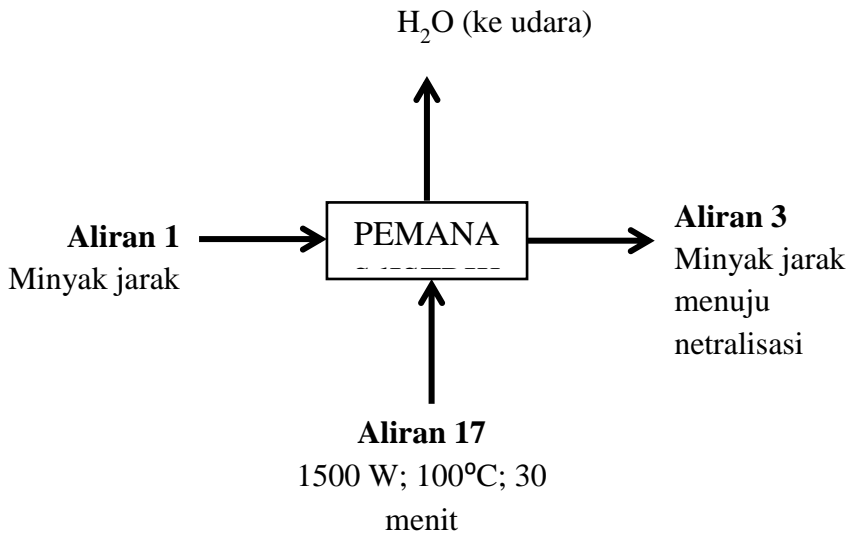
Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

oleat methyl ester	1	14	35	2	0	0	4942
palmitat methyl ester	0	14	34	2	0	0	4696
stearat methyl ester	0	16	38	2	0	0	5258

1. PEMANAS LISTRIK

fungsi : menghilangkan H_2O dalam minyak

kondisi operasi :
 $T = 100^{\circ}C$
 $P = \text{atmosfer}$
 $t = 30 \text{ menit}$



Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

MASUK

Aliran 1

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	981985,5	0,702	30	5	3448027,059
Trioleat glyserida	906260,25	0,735	30	5	3330614,411
Tripalmiat glyserida	417710,25	0,744	30	5	1554270,714
tristearat glyserida	136794	0,750	30	5	513493,6937

Komponen FFA

Asam linoleat	16080	0,713	30	5	57390,18985
Asam oleat	14840	0,748	30	5	55545,47526
Asam palmitat	6840	0,758	30	5	25954,23791
Asam Stearat	2240	0,764	30	5	8560,24064

H₂O	17250	0,9987	30	5	86137,875
Total				9079993,896	

Aliran 17

Pemanas listrik 1500 watt, 100⁰C, 30 menit

$$\begin{aligned}
 Q &= 1500 \text{ watt} = 1500 \text{ J} \\
 Q &= 1500 \text{ watt} \times 30 \text{ X} \times 60 \text{ s} = 2700000 \text{ J} \\
 &= 644883,9 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Total Masuk	9724877,826 cal
--------------------	-----------------

KELUAR

Aliran 3 (menuju reaktor netralisasi)

Komponen	Massa	Cp	T	T-Tref	ΔH (cal)
----------	-------	----	---	--------	----------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

trigliserida	(gram)	(cal/gram ⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	
Trilinoleat glyserida	981985,5	0,702	100	75	51720405,88
Trioleat glyserida	906260,25	0,735	100	75	49959216,16
Tripalmitat glyserida	417710,25	0,744	100	75	23314060,71
tristearat glyserida	136794	0,750	100	75	7702405,405
Komponen FFA					
Asam linoleat	16080	0,713	100	75	860852,8477
Asam oleat	14840	0,748	100	75	833182,1289
Asam palmitat	6840	0,758	100	75	389313,5686
Asam Stearat	2240	0,764	100	75	128403,6096
Total			134907840,3		

Aliran 2 (ke udara)

H_2O suhu $100^{\circ}C = (\text{massa (gram)} \times C_p \text{ (J/kg}^{\circ}C) \times T - T_{ref} (^{\circ}C)) + (\text{massa (gram)} \times \lambda \text{ (J/gram)})$

$$\begin{aligned}
 & 17250 \times 4,2319 \times 75 + 17250 \times \\
 & = 2257,06 \\
 & = 5475020.625 \quad J \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 1307686,776 \quad \text{cal} \\
 & \textbf{Total Keluar} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 136215527,1
 \end{aligned}$$

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

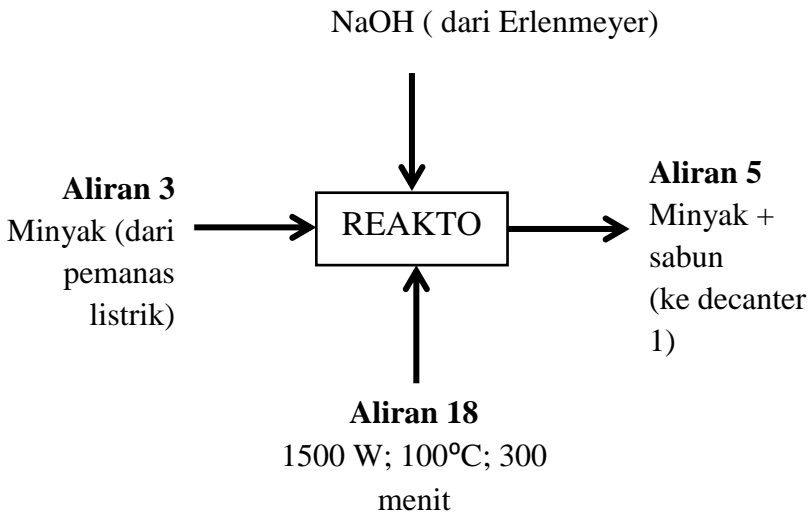
Neraca Panas pada Pemanas Listrik

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 1		Aliran 2	
Komponen Trigliserida		H ₂ O keluar	1307686,776
Trilinoleat glyserida	3448027,059	Aliran 3	
Trioleat glyserida	3330614,411	Komponen Trigliserida	
Tripalmitat glyserida	1554270,714	Trilinoleat glyserida	51720405,88
tristearat glyserida	513493,6937	Trioleat glyserida	49959216,16
Komponen FFA		Tripalmitat glyserida	23314060,71
Asam linoleat	57390,18985	tristearat glyserida	7702405,405
Asam oleat	55545,47526	Komponen FFA	
Asam palmitat	25954,23791	Asam linoleat	860852,8477
Asam Stearat	8560,24064	Asam oleat	833182,1289
H₂O	86137,875	Asam palmitat	389313,5686
Aliran 17		Asam Stearat	128403,6096
Kompom Listrik	644883,93	Q Loss	-126490649,3
Total	9724877,826	Total	9724877,826

2. REAKTOR NETRALISASI

fungsi : untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak

kondisi operasi : $T = 70^{\circ}\text{C}$
 $P = \text{atmosfer}$
 $t = 5 \text{ jam}$



MASUK

Aliran 3

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	981985,5	0,702	30	5	51720405,88

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Trioleat glyserida	906260,25	0,735	30	5	49959216,16
Tripalmitat glyserida	417710,25	0,744	30	5	23314060,71
tristearat glyserida	136794	0,750	30	5	7702405,405
Komponen FFA					
Asam linoleat	16080	0,713	30	5	860852,8477
Asam oleat	14840	0,748	30	5	833182,1289
Asam palmitat	6840	0,758	30	5	389313,5686
Asam Stearat	2240	0,764	30	5	128403,6096
Total					134907840,3

Aliran

14

	Massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
NaOH	9364,933	0,45739009	30	5	21417,13774
H ₂ O	52561,38743	0,9987	30	5	262465,2881
Total				283882,4259	

Aliran

18

Pemanas listrik 1500 watt, 100°C, 30 menit

$$\begin{aligned}
 Q &= 1500 \text{ watt} = 1500 \text{ J/s} \\
 Q &= 1500 \times 300 \times 60 = 27000000 \text{ J} \\
 &= 6448842 \text{ cal} \\
 \textbf{Total Masuk} &= 15726580,45 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Dari reaksi ΔH_f reaktan₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
NaOH	0,0137	-101,99	-1,397263	-1397
Komponen FFA				
Asam linoleat	0,0037	4973	18,4001	18400
Asam oleat	0,0034	4925	16,745	16745
Asam palmitat	0,0016	4679	7,4864	7486,4
Asam Stearat	0,0005	5241	2,6205	2620,5
Total				43855

 ΔH_f produk₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen soap stock				
Sodium Linoleat	0,0037	5030,28	18,612036	18612
Sodium Oleat	0,0034	5164,28	17,558552	17559
Sodium Palmitat	0,0016	4736,28	7,578048	7578
Sodium Stearat	0,0005	5298,28	2,64914	2649,1
H₂O	0,0137	-68,3174	-0,93594838	-935,9
Total				45462

$$\Delta H_f \text{ produk}_{25} - \Delta H_f \text{ reaktan}_{25} = 1607,09062$$

 $\Delta H_{25} =$ $\Delta H_{\text{reaktan}}$

	massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
NaOH	5480	0,4596	70	45	113337,36
Komponen FFA					

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Asam linoleat	10360	0,713	70	45	332777,4441
Asam oleat	9146	0,748	70	45	308097,7258
Asam palmitat	4096	0,758	70	45	139879,6822
Asam Stearat	1420	0,764	70	45	48839,23008
Total					942931,4422

ΔH_{produk}

	massa (gram)	Cp (cal/gram⁰C)	T (⁰C)	T- Tref (⁰C)	ΔH (cal)
Sodium Linoleat	10323	0,729	70	45	338941,4623
Sodium Oleat	9112	0,765	70	45	313761,9587
Sodium Palmitat	4080	0,776	70	45	142545,2036
Sodium Stearat	1415	0,780	70	45	49672,20551
H₂O	2466	1,0013	70	45	111114,261
Total					956035,091

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_{\text{produk}} + \Delta H_{25} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\
 &= 14710,73944 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Keluar

Aliran 5 (menuju dekanter 1)

Komponen trigliserida	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Trilinoleat glyserida	981985,5	0,702	70	45	31032243,53
Trioleat glyserida	906260,25	0,735	70	45	29975529,7
Tripalmitat glyserida	417710,25	0,744	70	45	13988436,43
tristearat glyserida	136794	0,750	70	45	4621443,243
Komponen FFA					
Asam linoleat	6008,694	0,713	70	45	193007,5127
Asam oleat	5545,337	0,748	70	45	186803,5992
Asam palmitat	2555,937	0,758	70	45	87286,04866
Asam Stearat	837,032	0,764	70	45	28788,73129
Komponen Soap Stock					
Sodium Linoleat	4860,604254	0,729	70	45	159591,2344
Sodium Oleat	4499,144239	0,765	70	45	154923,2121
Sodium Palmitat	2081,690877	0,776	70	45	72729,17888
Sodium Stearat	627,774	0,780	70	45	22037,39868
NaOH sisa	7721,119459	0,457	70	45	158920,3586
H₂O	53301,10352	1,0013	70	45	2401667,773
Total Keluar					83083407,94
Q loss					- 67356827,49

Neraca Panas pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 3		Aliran 5	
Komponen Trigliserida		Komponen Trigliserida	
Trilinoeat glyserida	51720405,88	Trilinoeat glyserida	31032243,53
Trioleat glyserida	49959216,16	Trioleat glyserida	29975529,7
Tripalmiat glyserida	23314060,71	Tripalmiat glyserida	13988436,43
tristearat glyserida	7702405,405	tristearat glyserida	4621443,243
Komponen FFA		Komponen FFA	
Asam linoleat	860852,8477	Asam linoleat	193007,5127
Asam oleat	833182,1289	Asam oleat	186803,5992
Asam palmitat	389313,5686	Asam palmitat	87286,04866
Asam Stearat	128403,6096	Asam Stearat	28788,73129
		Komponen Soap Stock	
		Sodium Linoleat	159591,2344
		Sodium Oleat	154923,2121
		Sodium Palmitat	72729,17888
Aliran 4		Sodium Stearat	22037,39868
NaOH	21417,13774	NaOH sisa	158920,3586
H ₂ O	262465,2881	H₂O	2401667,773
Aliran 17			
Kompur Listrik	6448842	Q Loss	-
Total	15726580,45	Total	15726580,45

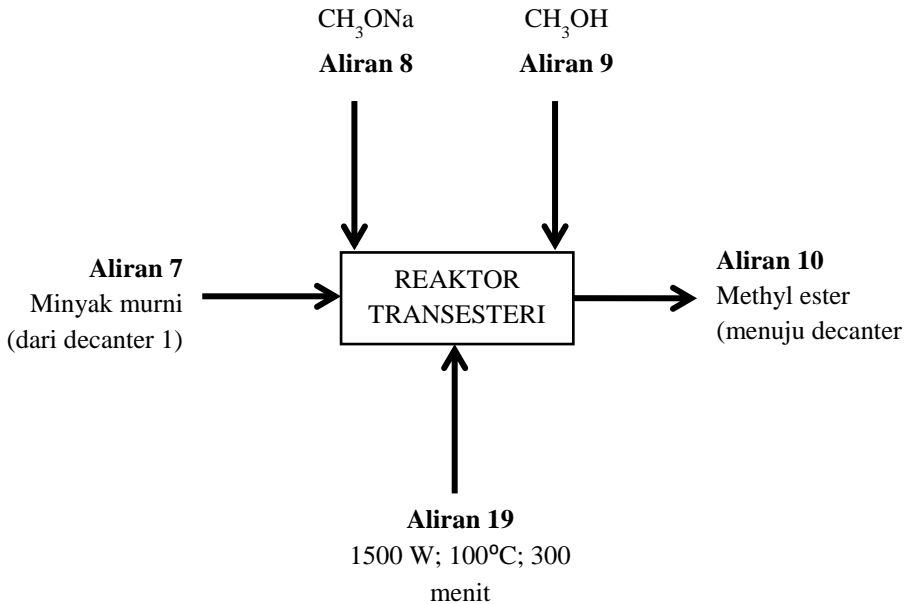
4. REAKTOR TRANSESTERIFIKASI

fungsi : untuk mengubah triglyserida menjadi methyl ester

Kondisi operasi : $T = 65^{\circ}\text{C}$

$P = \text{atmosfer}$

$t = 2 \text{ jam}$



Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Masuk

Aliran 7 (dari dekanter 1)

	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (⁰ C)	T- Tref (⁰ C)	ΔH (cal)
Komponen trigliserida					
Trilinoleat glyserida	981985,5	0,702	30	5	3448027,059
Trioleat glyserida	906260,25	0,735	30	5	3330614,411
Tripalmiat glyserida	417710,25	0,744	30	5	1554270,714
tristearat glyserida	136794	0,750	30	5	513493,6937
Komponen FFA					
Asam linoleat	6008,694	0,713	30	5	21445,27919
Asam oleat	5545,337	0,748	30	5	20755,95547
Asam palmitat	2555,937	0,758	30	5	9698,449851
Asam Stearat	837,032	0,764	30	5	3198,747921
Total					8901504,309

Aliran 8 (dari erlenmeyer 1)

sodium metoksida	11612,61833	0,5524	30	5	32074,05181
CH ₃ OH sisa	484657,8484	4,7906	30	5	11609009,44
H ₂ O	3870,872775	0,9987	30	5	19329,2032
Total					11660412,7

Aliran 9 (dari erlenmeyer 2)

CH ₃ OH	549114,4656	4,7906	30	5	13152938,79
--------------------	-------------	--------	----	---	-------------

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Aliran

19

Pemanas listrik 1500 watt,
100°C, 30 menit

$$Q = 1500 \text{ watt} = 1500 \text{ J/s}$$

$$Q = 1500 \times 120 \times 60 = 10800000 \text{ J}$$

$$= 2579537 \text{ cal}$$

Total Masuk	36294392,6 cal
--------------------	----------------

Dari reaksi

ΔH_f reaktan₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen trigliserida				
Trilinoleat glyserida	0,1161	15499	1799,4339	1799433,9
Trioleat glyserida	0,1071	15355	1644,5205	1644520,5
Tripalmitat glyserida	0,0494	14617	722,0798	722079,8
tristearat glyserida	0,0162	15412	249,6744	249674,4
CH ₃ OH	0,8664	173,65	150,45036	150450,36
Total				4566159

ΔH_f produk₂₅

	mol	ΔH_f reaktan	Kcal	Cal
Komponen Methyl Ester				
linoleat methyl ester	0,3481	5030,28	1751,040468	1751040,5
oleat methyl ester	0,3213	5164,28	1659,283164	1659283,2
palmitat methyl	0,1481	4736,28	701,443068	701443,07

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

ester				
stearat methyl ester	0,0489	5298,28	259,085892	259085,89
Glycerin	0,2888	1246	359,8448	359844,8
Total				4730697,4

$$\Delta H_{25} = \Delta H_f \text{ produk}_{25} - \Delta H_f \text{ reaktan}_{25} = 164538,43$$

$\Delta H_{\text{reaktan}}$

	massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen trigliserida					
Trilinoleat glyserida	1019358	0,702	65	40	28634019,27
Trioleat glyserida	904995	0,735	65	40	26607715,73
Tripalmiat glyserida	398164	0,744	65	40	11852323,85
tristearat glyserida	144180	0,750	65	40	4329752,519
CH ₃ OH	277248	4,7906	65	40	53127370,75
Total					124551182,1

ΔH_{produk}

	massa (gram)	Cp (cal/gram°C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen Methyl Ester					
linoleat methyl ester	978161	0,726	65	40	28428012,69
oleat methyl ester	906066	0,739	65	40	26791894,66
palmitat methyl	399870	0,761	65	40	12183908,02

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

ester					
stearat methyl ester	145722	0,766	65	40	4468603,252
Glyserin	265696	0,660	65	40	7019275,036
Total					78891693,65

$$\begin{aligned}
 \Delta H \text{ reaksi} &= \Delta H \text{ produk} + \Delta H_{25} - \Delta H \text{ reaktan} \\
 &= 4549495004 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Keluar

Aliran 10 (menuju dekanter 2)

	Massa (gram)	Cp (cal/gram ⁰ C)	T (°C)	T- Tref (°C)	ΔH (cal)
Komponen Methyl Ester					
linoleat methyl ester	981985,5	0,726	65	40	28539163,03
oleat methyl ester	906260,25	0,739	65	40	26797638,53
palmitat methyl ester	417710,25	0,761	65	40	12727494,59
stearat methyl ester	136794	0,766	65	40	4194823,797
Glyserin	263000	0,660	65	40	6948050,909
Komponen trigliserida					
Trilinoeat glyserida	4577,396789	0,702	65	40	128580,2121
Trioleat glyserida	4224,413454	0,735	65	40	124201,7827
Tripalmiat glyserida	1947,101619	0,744	65	40	57960,23485
tristearat glyserida	637,6473138	0,750	65	40	19148,66877
Total CH₃OH sisa	760494,8938	4,7906	65	40	145729073,5
CH ₃ ONa sisa	8645,624622	0,549	65	40	190130,4639
H ₂ O	3870,872775	1,0076	65	40	156011,6563
Komponen Soap Stock					
Sodium Linoleat	11256	0,729	65	40	328511,3155
Sodium Oleat	9979,9	0,765	65	40	305464,147
Sodium Palmitat	4377,6	0,776	65	40	135948,9941
Sodium Stearat	1590,4	0,780	65	40	49626,18022

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Total Keluar	226431828
Q Loss	- 190137435,4

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

Neraca Panas pada Reaktor Netralisasi

Masuk	Q Masuk (cal)	Keluar	Q keluar (cal)
Aliran 7		Aliran 5	
Komponen Trigliserida		Komponen Methyl ester	
Trilinoleat glyserida	3448027,059	linoleat methyl ester	28539163,03
Trioleat glyserida	3330614,411	oleat methyl ester	26797638,53
Tripalmitat glyserida	1554270,714	palmitat methyl ester	12727494,59
tristearat glyserida	513493,6937	stearat methyl ester	4194823,797
Komponen FFA		Glyserin	6948050,909
Asam linoleat	21445,27919	Komponen TGS	
Asam oleat	20755,95547	Trilinoleat glyserida	128580,2121
Asam palmitat	9698,449851	Trioleat glyserida	124201,7827
Asam Stearat	3198,747921	Tripalmitat glyserida	57960,23485
Aliran 8		tristearat glyserida	19148,66877
sodium metoksida	32074,05181	Total CH₃OH sisa	145729073,5
CH ₃ OH sisa	11609009,44	CH₃ONa sisa	190130,4639
H ₂ O	19329,2032	Komponen Soap Stock	819550,637
Aliran 9		H₂O	156011,6563
CH ₃ OH	13152938,79		
Aliran 17			
Kompur Listrik	2579537		
		Q Loss	-
Total	36294392.6	Total	190137435,4
			36294392,6

Appendix B-Perhitungan Neraca Panas

APENDIKS C PERHITUNGAN

1. Menghitung densitas minyak jarak pagar

$$\text{Berat pikno kosong} = 9,8 \text{ gr}$$

$$\text{Berat pikno + aquades} = 19,9 \text{ gr}$$

Dari tabel 2-28 halaman 2-91 *Perry's Chemical Engineers*

Handbook, 7th edition, diperoleh densitas air pada suhu 29°C :

$$\rho = 0,99521 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Volume pikno} = \frac{W_1 - W_0}{\rho_{\text{aquadest}}} = \frac{19,9 - 9,8}{0,99521} = 10,095$$

$$\text{Berat pikno + minyak jarak pagar (W}_2\text{)} = 19,654$$

$$\text{Berat minyak jarak (W}_3\text{)} = W_2 - W_0 = 19,654 - 9,8 = 9,772$$

$$\rho = \frac{W_3}{V_1} = \frac{9,772}{10,095} = 0,968$$

2. Menghitung densitas methyl ester

$$\text{Berat pikno kosong} = 9,8 \text{ gr}$$

$$\text{Berat pikno + aquades} = 19,9 \text{ gr}$$

Dari tabel 2-28 halaman 2-91 *Perry's Chemical Engineers*

Handbook, 7th edition, diperoleh densitas air pada suhu 29°C :

$$\rho = 0,99521 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Volume pikno} = \frac{W_1 - W_0}{\rho_{\text{aquadest}}} = \frac{19,9 - 9,8}{0,99521} = 10,095$$

$$\text{Berat pikno + minyak jarak pagar (W}_2\text{)} = 19,724$$

$$\text{Berat minyak jarak (W}_3\text{)} = W_2 - W_0 = 19,724 - 9,8 = 9,924$$

$$\rho = \frac{W_3}{V_1} = \frac{9,924}{10,095} = 0,983$$

3. Menghitung kandungan FFA dalam minyak jarak pagar

Diketahui : kandungan FFA dalam minyak jarak pagar (*Hambali, dkk, 2006*)

Komponen	BM	% berat	BM, %
asam linoleat	280	40,2	11256

Appendix C-Perhitungan

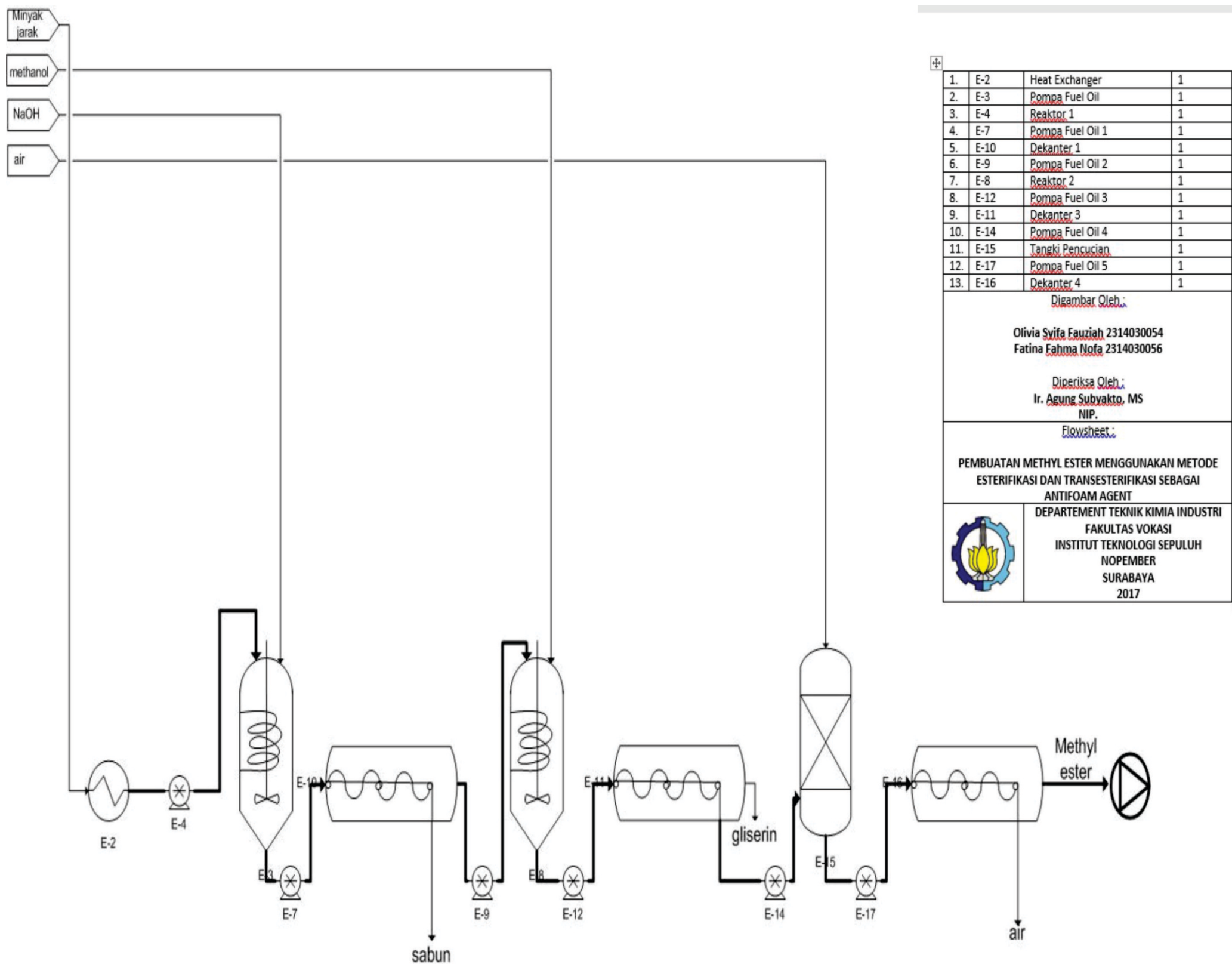
asam oleat	269	37,1	9979,9
asam palmitat	256	17,1	4377,6
asam stearat	284	5,6	1590,4
	BM campuran		272,039

Dari percobaan didapatkan :

Berat sampel (W_0) = 10 gram

Volume NaOH 0,1 N untuk menitrasi asam lemak bebas dalam minyak = 5,9 ml

$$\begin{aligned}
 \% \text{wt kandungan FFA} &= \frac{0,1 \text{ N} \times V_{\text{NaOH}} \times \text{BM FFA}}{1000 \times W_0} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1 \text{ N} \times 5,9 \times 271,039}{1000 \times 10} \times 100\% \\
 &= 1,6 \%
 \end{aligned}$$



1.	E-2	Heat Exchanger	1
2.	E-3	Pompa Fuel Oil	1
3.	E-4	Reaktor 1	1
4.	E-7	Pompa Fuel Oil 1	1
5.	E-10	Dekanter 1	1
6.	E-9	Pompa Fuel Oil 2	1
7.	E-8	Reaktor 2	1
8.	E-12	Pompa Fuel Oil 3	1
9.	E-11	Dekanter 3	1
10.	E-14	Pompa Fuel Oil 4	1
11.	E-15	Tangki Pencucian	1
12.	E-17	Pompa Fuel Oil 5	1
13.	E-16	Dekanter 4	1

Digambar Oleh:

Olivia Svifa Fauziah 2314030054
Fatina Fahma Nofa 2314030056

Diperiksa Oleh:

Ir. Agung Subyakto, MS
NIP.

Flowsheet :

PEMBUATAN METHYL ESTER MENGGUNAKAN METODE
ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI SEBAGAI
ANTIFOAM AGENT

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER
SURABAYA
2017

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Olivia Syifa Fauzia dilahirkan di Sidoarjo, tanggal 18 Juli 1996, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu : RA Al-Hidayah, SDN Sawotratap II Gedangan, SMPN 1 Sedati, SMAN 22 Surabaya, penulis mengikuti ujian seleksi masuk ITS dan diterima di Jurusan D3 Teknik Kimia pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 2314030054.

Semasa kuliah, penulis dipanggil dengan nama sapaan Oliv, Aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai staff departemen Kewirausahaan (KWU) HIMA D3KKIM 15/16, menjadi sekretaris departemen Kewirausahaan (KWU) HIMA D3KKIM 16/17.



Penulis bernama Fatina Fahma Nofa dilahirkan di Malang, tanggal 28 Oktober 1996, merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu : RA Muslimat NU 04 Malang, MI Attaraqqie, SMPN 6 Malang, SMAN 2 Malang, penulis mengikuti ujian seleksi masuk ITS dan diterima di Jurusan D3 Teknik Kimia pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 2314030056.

Semasa kuliah, penulis dipanggil dengan nama sapaan Fatina, Aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai Asisten Sekretaris Jenderal UKM TDC ITS periode 2015/2016 dan Sekretaris Jenderal UKM TDC ITS periode 2016/2017.